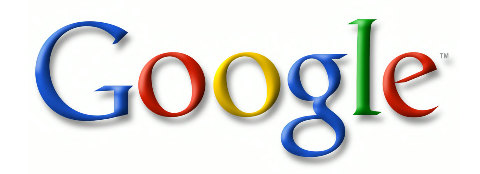
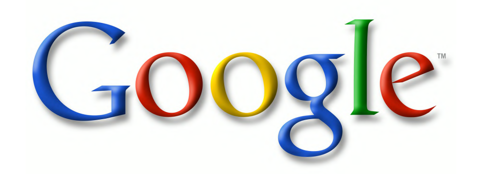
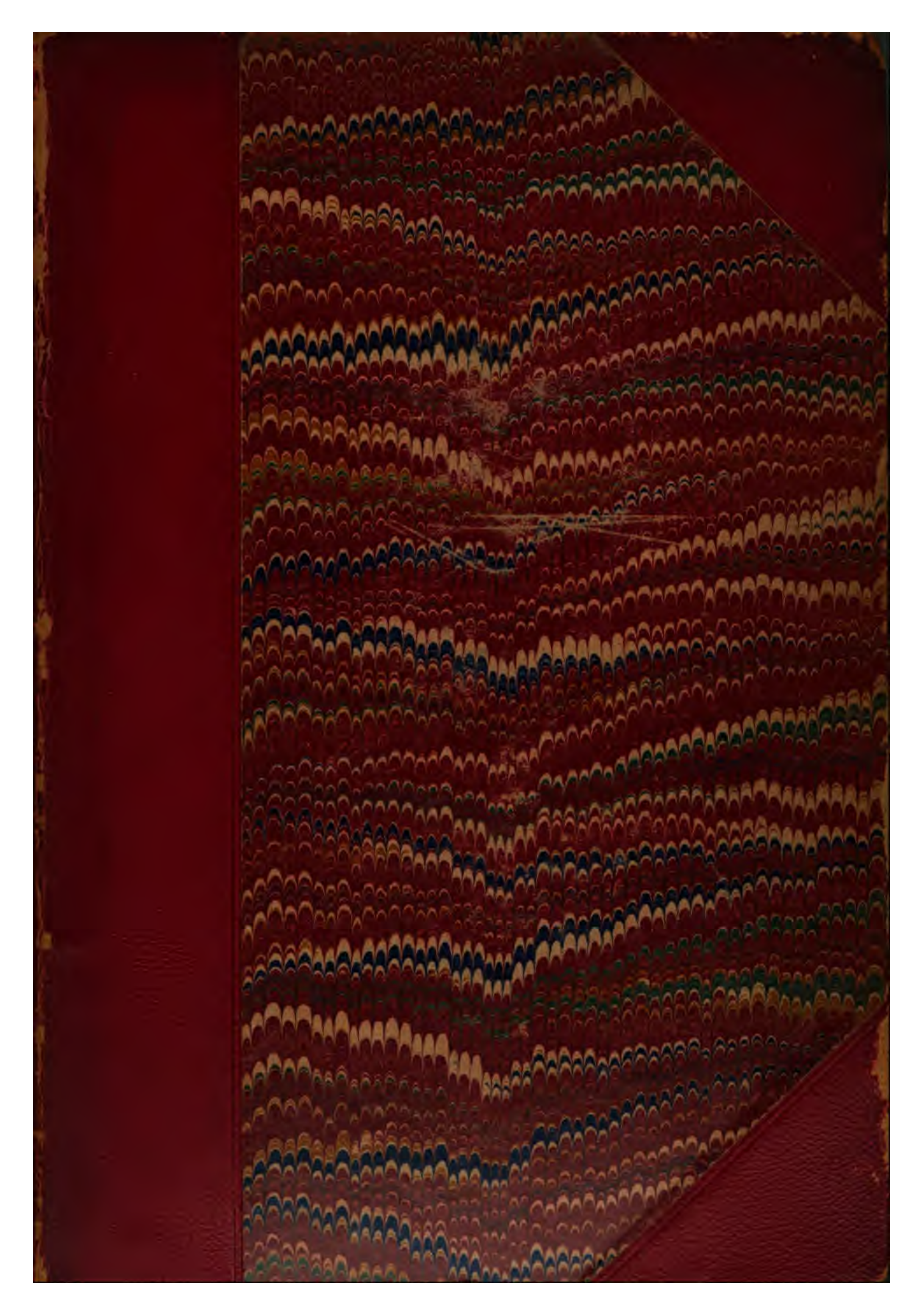
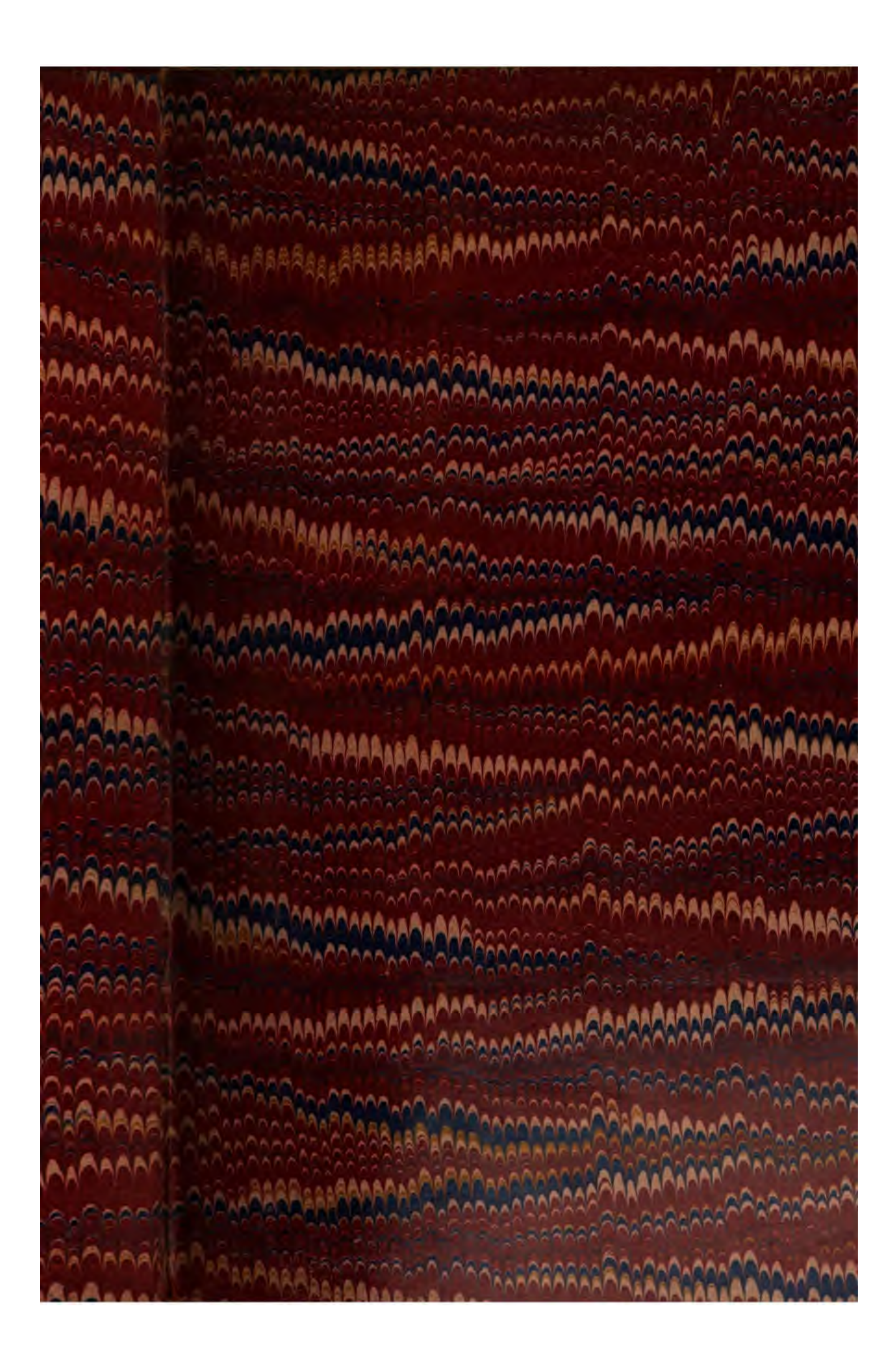







AD ASTRA PER ASPERA
Charles Sedgwick Minot.





ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM HIS,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

UND

DR. TH. W. ENGELMANN,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1900.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1900.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG DES

ARCHIVES FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE,

ZUGLEICH FORTSETZUNG DER

ZEITSCHRIFT FÜR ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON

PROF. W. FLEMMING IN KIEL, PROF. A. FRORIEP IN TÜBINGEN, PROF. C. HASSE IN BRESLAU, PROF. V. HENSEN IN KIEL, PROF. J. KOLLMANN IN BASEL, PROF. C. v. KUPFFER IN MÜNCHEN, PROF. G. RETZIUS IN STOCKHOLM, PROF. L. STIEDA IN KÖNIGSBERG.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM HIS,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

JAHRGANG 1900.

MIT ABBILDUNGEN IM TEXT UND ZWEIUNDZWANZIG TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1900.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Die Bildung des Knorpelskelets beim menschlichen Embryo.

Von

Cand. med. **Walter Hagen.**

(Aus der anatomischen Anstalt zu Leipzig.)

(Hierzu Taf. I u. II.)

Schon seit Jahren ist die Plattenmodellirmethode in der Embryologie ein ungemein wichtiges Forschungsmittel geworden überall da, wo es sich um die richtige Erfassung complicirter räumlicher Verhältnisse handelt.

Allerdings gelingt ein Modell nur dann, wenn die mikroskopischen Schnitte tadellos sind; in dieser Beziehung hatte ich das Glück, einen Embryo bearbeiten zu dürfen, den Hr. Geheimrath W. His im Herbst 1897 geschnitten hatte.

Schon bei der mikroskopischen Durchsicht der Serie zeigte es sich, dass die knorpeligen Anlagen sehr deutlich hervortraten und namentlich in der Kopfregion manches Interessante boten, so dass es wohl lohnend erschien, ein Modell des ganzen Skeletsystemes herzustellen. Für die Ueberlassung dieses Themas und des Materiales, sowie für die gütige Unterstützung mit Rath und That während des ganzen Verlaufes der Arbeit möchte ich Hrn. Geheimrath W. His an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Der bearbeitete Embryo ist mit dem Zeichen *SO* versehen und war ursprünglich 17 ^{mm} lang; die Schnittdicke betrug 20 μ.

An Stelle der von Born angegebenen Wachsplatten, welche für dieses complicirte Modell nicht die genügende Festigkeit besessen hätten, wurden Pappscheiben von 1 ^{mm} Dicke verwendet, die in Paraffin getränkt waren. So liessen sich auch die complicirtesten Formen leicht ausschneiden. Die

Schnitte habe ich bei 25 facher Vergrösserung mittels eines Zeiss'schen Projectionsapparates und theilweise direct auf die Pappe gezeichnet. Da jeder zweite Schnitt gezeichnet worden ist, so musste bei 25 facher Vergrösserung die Dicke der Platte 1 mm betragen.

Das Ausschneiden besorgte ich selbst. Zunächst wurde nur die äussere Form ausgeschnitten und die Platten auf einander gelegt, mit Wachs und Mull von aussen her locker verklebt, so dass ich auf diese Weise zuerst ein Modell der äusseren Form des Embryo erhielt, das mir später zur allgemeinen Orientirung sehr nützlich war und mir namentlich über die Beziehungen der Skeletstücke zur Epidermis manchen Aufschluss gab.

Bei der Herstellung dieser äusseren Form zeigte sich eine nicht unbedeutende Unregelmässigkeit am rechten Arm. Es ergaben sich in der weiteren Verfolgung der Sache auch Unregelmässigkeiten an der Wirbelsäule und Fehlen einer Rippe. Es rührte dies von einem Fehler in der Schnittführung her, wobei ein Schnitt ungewöhnlich dick ausgefallen war. Ich compensirte dies durch Interpolation von 5 Schnitten an der entsprechenden Stelle, indem ich als Grundlage für die Reconstruction die Zeichnungen der beiden an den Defect angrenzenden Schnitte benutzte; der Defect findet sich in der Höhe der zweiten bezw. dritten Rippe. Für die Schulterblätter gelang die Interpolation leicht, da ich zur Controle immer die andere unbeschädigte Seite hatte. Auch die Wirbelsäule war leicht zu interpoliren; ich benutzte einfach die entsprechenden Schnitte des nächsten Wirbels. Nur den rechten Arm konnte ich nicht interpoliren da er eine andere Schnittrichtung aufwies, als der unbeschädigte linke; ich musste daher auf die plastische Wiedergabe desselben verzichten.

Sobald ich mit der äusseren Form fertig war, wurde ein Gipsabguss gemacht, der dann beim weiteren Aufbau der Schnitte immer als Controle diente.

Bei der Herstellung des Modelles des knorpeligen Skelets bin ich auf mannigfache technische Schwierigkeiten gestossen. Zunächst war es sehr schwierig, die verschiedenen Knorpelstückchen, deren es manchmal 7 bis 8 auf einer Schnittfläche gab, in ihrer gegenseitigen Lagebeziehung zu erhalten. Ich half mir damit, dass ich die Theilchen auf Pauspapier aufklebte und dabei ihre gegenseitige Lage genau nach den Zeichnungen controlirte. Mehrere solcher Schnitte wurden dann auf einander geklebt, wobei die Orientirung nicht schwer war. Waren die verschiedenen Lagen gut verklebt, so brannte ich die letzten Reste des Pauspapieres weg und bestrich die erhaltene Form mit einer dünnen Wachsschicht. So war es möglich, auch ganz complicirte Schnitte mit einander zu vereinigen.

Eine weitere Schwierigkeit zeigte sich beim Aufbau des Skelets. Wie sollten die vielen einzelnen Knorpel in ihrer Lage erhalten bleiben? Das

einfache Ankleben mit Wachs nützte nichts; die Rippen z. B. fielen immer wieder ab. Ich half mir dadurch, dass ich schon während des Zusammenklebens der Schnitte an allen Stellen, wo zwei getrennte Knorpel an einander stiessen, jeweilen Drahtstücke einlegte. Zu diesem Zweck benutzte ich ganz feinen Blumendraht, der die Verklebung nicht störte und doch genügenden Halt bot.

Zur Stütze der Wirbelsäule diente ein ausgeglühter dicker Messingdraht, der analog dem Wirbelcanal gekrümmt und vermittelst einer verstellbaren Schraube an einem Stativ befestigt war. Am unteren Ende des Stützdrahtes löthete ich 2 rechtwinkelig gebogene, nicht geglühte Drähte an, die als Stativ für das Becken und die unteren Extremitäten dienen sollten; am oberen Ende des Stützdrahtes wurde der Kopftheil angehängt.

Für den Schultergürtel nahm ich einen kreisförmig gebogenen, festen Draht, der auch mit verstellbarer Schraube am Stativ befestigt wurde.

So lässt sich am Modell Kopf und Schultergürtel abheben, und auch der Rumpf ist verstellbar, so dass man alle Einzelheiten sehen kann und doch einen Gesammtüberblick bekommt.

Leider lässt sich aber der Schultergürtel nicht tief genug herabstellen; auch hat sich der Meckel'sche Knorpel etwas gesenkt. Der Embryo *SO* zieht also, wie die nach einer Photographie hergestellte Abbildung ergiebt, seine Schultern hoch und sperrt seinen Mund auf.

Beschreibung des Modelles.

A. Rumpf.

Bei der Ansicht von vorn sieht man durch den weit klaffenden Brustkorb hindurch auf die Wirbelsäule. Vom Sternum ist nämlich erst das Verbindungsstück des obersten Rippenbogens vorhanden. Man kann somit von einer vorderen Brustapertur reden. Diese ist unsymmetrisch, wie auch die Ausbiegungen der Rippen.

Es handelt sich dabei um eine Asymmetrie, die der Entwickelung der inneren Organe entspricht. Es ist die rechte Seite entsprechend der Ausbildung der Leber erheblich stärker ausgeweitet als die linke. Auch die Wirbelsäule zeigt eine leichte Verbiegung, auf deren Vorhandensein ich indessen vor Controlconstructionen an anderen gleichalterigen Embryonen kein allzu grosses Gewicht legen möchte.

Von mehr Interesse ist es, dass die Form der Rippen nicht nur durch innere, sondern auch durch äussere Organe beeinflusst wird. Da, wo der Arm anliegt, bedingt er beiderseits einen leichten Eindruck der Rippenwand und eine S-förmige Biegung der betreffenden Rippe.

Wie bekannt, bleibt die untere Hälfte des Körpers in der Entwickelung gegenüber der oberen der Zeit nach nicht unerheblich zurück; dies gilt sowohl für die Extremitäten als für die Wirbelsäule.[1] In unserem Falle sind z. B. der 6. und 7. Halswirbel grösser als der 4. und 5. Lendenwirbel, das Sacrum und Coccygeum sind noch sehr zurückgeblieben.

Vergleichende Maasse der Wirbelsäule
(von der Vorderseite gemessen).

Modell des Embryo *SO* (25 fach vergrössert):

Höhe des Sacrum	0·3 cm	= 9·9 Proc. der ganzen Wirbelsäule,
„ der Lendenwirbelsäule (I bis V) .	0·5 „	
„ „ Brustwirbelsäule (I bis XII) .	15·8 „	
„ „ Halswirbelsäule (I bis VII) .	0·7 „	

(Die Wirbelsäule ohne Sacrum = 100):

	Embryo *SO*	Neugeb. (Mittel)[2]	Ausgew.[2]
Lendenwirbelsäule	18·2	25·9	30·5
Brustwirbelsäule	56·8	48·2	47·1
Halswirbelsäule	25·0	25·9	22·4
	100·0		

Die Wirbelsäule zeigt ausser der verschiedenen Höhe der Wirbel auf der Vorderseite keine nennenswerthen Abweichungen vom ausgebildeten Skelet. Die Rippen articuliren an normaler Stelle, die I. bis IX. Rippe je an zwei Wirbeln, die X. bis XII. Rippe ausschliesslich an dem zugehörigen Wirbel; die Foveae costales sind gut zu erkennen.

In der Ansicht von hinten bemerkt man einen in den oberen Regionen der Wirbelsäule fast gleichmässig weiten, dorsalwärts offenen Canal für das Rückenmark, der sich erst im Bereich des Sacrums verjüngt. Im Bereich der Halswirbel lässt sich eine geringe Verbreiterung des Canales nachweisen.

Die seitliche Begrenzung des Canales wird durch die Anfangsstücke der Bogen mit den Proc. art. gebildet. Die Gelenkflächen der letzteren nehmen noch nicht ihre charakteristische Stellung ein, sie liegen durchweg in der Höhe der Zwischenwirbelscheiben und sind mit diesen gleichläufig.

Die Proc. transversi der Brust- und Lendenwirbel sind noch wenig entwickelt und entspringen sowohl an der Brust- wie an der Lendenwirbelsäule an der Wurzel des Bogenfortsatzes, vor den Processus articulares.

---

[1] Vgl. His, *Anat. menschlicher Embryonen.* Taf. X Normentafel.

[2] Diese Maasse stammen von Aeby und Ravenel, *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1877. Bd. II. S. 334.

Die Knorpelspangen, die an der Halswirbelsäule den ventralen Abschluss der For. transversaria bilden, entspringen dagegen direct am Wirbelkörper und greifen auf die gleichfalls davon ausgehenden Proc. transversi über. Die Umschliessung der Arterie durch Knorpelspangen erfolgt in gleicher Weise wie am Schädel die Bildung des Canalis caroticus (s. weiter unten).

Wenn wir von dieser Gefässumschliessung durch Knorpelspangen absehen, lässt sich für die ganze Wirbelsäule dieser Stufe ein gemeinsames Schema aufstellen: Die Hals-, Brust- und Lendenwirbel bestehen aus einem Wirbelkörper und zwei nach hinten gerichteten Fortsätzen, die ein kurzes, schmales Wurzelstück, eine durchweg 5^{mm} grosse Hervortreibung (spätere Proc. transversi) und schliesslich einen nach hinten sich verjüngenden Gelenkfortsatz mit mehr oder weniger ausgebildeten Gelenkflächen unterscheiden lassen.

Die Halswirbel unterscheiden sich noch wenig von einander; die unteren besitzen ein vollständigeres For. transv. und einen sowohl höheren als breiteren Wirbelkörper als die oberen. Das Tub. ant. und der Sulcus nervi spinalis sind gut zu erkennen. Die Bogenfortsätze verlaufen nach hinten etwas zugespitzt und besitzen nur unvollständige Gelenkverbindung; sie berühren sich nur in ihren vorderen Abschnitten. Die Berührungsflächen liegen auch hier in derselben Ebene wie die entsprechenden Zwischenwirbelscheiben.

Bei den Brustwirbeln sind im Gegensatz zu den Halswirbeln die Bogenfortsätze unter einander zur Bildung der Gelenke verbunden. Die unteren drei Thoracalwirbel sind etwas geneigt zur Axe der Wirbelsäule, so dass die Gelenkflächen des oberen Wirbels hinter die des unteren zu liegen kommen. Aber auch hier bleiben sie fast in derselben Ebene wie die entsprechenden Zwischenwirbelscheiben.

Die Proc. transversi mit ihren Foveae costales liegen völlig ventral von den Gelenkfortsätzen. Da gleichwohl die Rippenverbindung schon existirt, stellen sie nicht bloss den späteren Wurzeltheil, sondern die Gesammtanlage dar; bei ihrer späteren Ausbildung müssen sie zugleich mit der Vergrösserung eine Rückwärtsdrehung erfahren. Ihre relative Vergrösserung ist erheblicher als die der Proc. art., und da diese durch ihre gegenseitige Verbindung in ihrer Lage festgehalten werden, so gewinnt es den Anschein, als ob die Querfortsätze durch die sich ausweitenden Rippen zwischen den Gelenkfortsätzen hindurch nach rückwärts verschoben würden.

Die Lendenwirbel unterscheiden sich fast gar nicht von den Brustwirbeln. Auch hier sind die Proc. transversi schon angedeutet und liegen ventral von den Proc. art. auf dem Verbindungsstück dieser mit dem Wirbelkörper. Auf die Bedeutung der sogen. Proc. costarii werde ich weiter unten zurückkommen.

Die Höhe der Lendenwirbel nimmt nach unten zu stetig ab, so dass der unterste Lendenwirbel kleiner ist als ein gewöhnlicher Halswirbel, während der erste Lendenwirbel noch fast die Grösse des 12. Brustwirbels erreicht. Die Höhenabnahme von oben nach abwärts setzt sich fort auf das

Kreuzbein, dessen 5 Wirbel noch von einander getrennt sind. Die beiderseitigen Reihen von Bogenfragmenten stehen noch nahezu parallel zu einander. Auf der ventralen Seite zeigt das Modell jederseits deutlich die 4 For. sacralia. Nach aussen davon erscheinen die Anfänge der Massae lat. als theilweise noch getrennte schmale Knorpelspangen, die die Sacralnerven umgreifen. Diese Knorpelbrücken sind nicht grösser als diejenigen, die die For. transv. der Halswirbel umgrenzen.

Die Gelenkfortsätze der Kreuzbeinwirbel sind bereits mit einander verschmolzen und genau gleich gerichtet, wie die entsprechenden Zwischenwirbelscheiben.

Das Steissbein besteht aus 7 Wirbeln; dieselben nehmen aber caudalwärts rapid ab; der Querschnitt des 7. Steissbeinwirbels beträgt nur noch $^1/_{50}$ des Querschnittes des ersten, während die Höhe nur wenig abnimmt.

Die Steissbeinwirbel zeigen keinerlei Fortsätze; am ersten ist dorsalwärts eine leichte Auftreibung zu sehen, welche wohl zum Cornu coccygeum wird. Die Structur der Zwischenwirbelscheiben scheint sich caudalwärts etwas aufzulockern.

Die Rippen zeigen ungleiche Länge und Form. Sie scheinen sich in ihrer Form genau den inneren Organen anzupassen. In Bezug auf das Herz von Embryo *SO*, das in der oberen Brusthälfte liegt, darf ich dies freilich nicht bestimmt behaupten, da ich hier 2 Rippen interpoliren musste (s. oben). Schnitte anderer gleichalteriger Embryonen lassen indess keinen Zweifel, dass die Formanpassung der Rippen auch für das Herz gilt. Bei der Betrachtung des Modelles fällt auf, dass die Wölbung der Rippen der rechten unteren Thoraxhälfte viel ausgesprochener ist als auf der linken, was von der Leber herrührt. Ebenso lässt sich auf der Aussenseite des Thorax der Einfluss des Armes erkennen.

Andeutungen eines Angulus costae sind bis etwa zur 10. Rippe erkenntlich.

Nach unten werden die Rippen immer kleiner. Vielleicht ist auch hier die sich enorm vergrössernde Leber Schuld, dass die unteren 3 Rippenpaare nicht mehr zu ihrer vollen Grösse gelangen.

Andeutungen eines primären Sternums finden sich zwischen den beiden noch bindegewebig angelegten Claviculae und dem an sie angrenzenden ersten Rippenpaar. Der knorpelige Theil der übrigen Rippen verläuft vollständig frei, dagegen laufen die vorderen Enden der 6 bis 8

oberen Rippen in bindegewebige Vorknorpelstreifen aus, die ich gleichwohl mit modellirt habe, um ihre charakteristische Drehung nach oben zu zeigen. Die gleichfalls vorhandenen bindegewebigen Verbindungszüge zwischen den vorderen Enden fast aller über einander liegenden Rippen, d. h. die bindegewebige, beiderseits vorhandene, paarige Sternalanlage, habe ich dagegen nicht dargestellt.

Der Kopftheil der Rippen hat schon jetzt seine definitive Form erhalten. An den oberen Rippen sind besonders deutlich Capitulum, Collum und Tub. costae mit den entsprechenden Gelenkflächen ausgebildet.

Proc. costarii und Proc. transversi.

Die Anatomie lehrt, dass die Querfortsätze der Lendenwirbel sich von denen der Brustwirbel dadurch unterscheiden, dass erstere als Verschmelzungsproducte eines Rippenrudimentes mit einem Theil des Querfortsatzes zu betrachten seien.[1]

Diese Anschauung wird darauf gegründet, dass

1. an der fertigen Wirbelsäule die Proc. transversi der Lendenwirbel an der Stelle der Rippen stehen, und auch zu den Gelenkfortsätzen nicht dieselbe Lagebeziehung zeigen, wie die der Brustwirbel;
2. dass im Lendentheil der Wirbelsäule doppelte Intertransversarii vorkommen, im Brusttheil dagegen der laterale Theil der Muskeln von den Proc. lat. zu den Rippen läuft;
3. dass als Varietäten am ersten Lendenwirbel gleichwie am letzten Halswirbel unverschmolzene, frei bewegliche Rippenrudimente vorkommen;
4. dass der Proc. lat. fehlt, wenn eine rudimentäre Rippe vorhanden ist (Gegenbaur);
5. dass am untersten Brustwirbel der Proc. lat. scheinbar fehlt.

Die Frage der Proc. costarii hat neben ihrem allgemeinen morphologischen auch ein speciell entwickelungsgeschichtliches Interesse; es ist daher zu verwundern, dass nirgends ein entwickelungsgeschichtlicher Beweis angeführt wird.[2] Man erwartet doch, den Vorgang der Verschmelzung zu irgend einer Zeit der Entwickelung nachweisen zu können, da das besondere Verhalten der Lendenwirbelquerfortsätze offenbar auf einer entwickelungsgeschichtlichen Basis beruhen muss.

Eine solche Basis ist sicherlich auch vorhanden, aber nicht in der erwarteten Form. Während bei den Brustwirbeln vom Anfang an der

---

[1] Rauber, *Lehrbuch der Anatomie.* Leipzig 1897. 5. Aufl. Bd. I. S. 179. — Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie.* 1892. 5. Aufl. Bd. I. S. 170.

[2] Lebouсq bringt einen solchen Beweis für die 7. Halsrippe, worauf ich weiter unten zurückkommen werde.

knorpelige Wulst, der zum Querfortsatz auswachsen soll, von der Rippenanlage scharf geschieden ist, so tritt an den Lendenwirbeln zunächst nur ein einfacher Knorpelwulst auf, der aber gleich bei seinem ersten Auftreten auch eine Verbindung mit dem Wirbelkörper zeigt, indem er aus Wirbelkörper und Wirbelbogen gleichzeitig herauswächst. Nach diesem Verhalten entspricht er somit morphologisch mehr als dem Querfortsatz eines Thoracalwirbels.



Die spätere Lageverschiebung (1) der Proc. transv. der Brustwirbel habe ich schon weiter oben auf mechanische Weise, durch Ausweitung der mit ihnen articulirenden Rippen, zu erklären gesucht; es ist dies ein secundärer Vorgang, der in die spätere Zeit der Knorpelentwickelung fällt.

Ueber die weitere Entwickelung der Proc. transv., accessorii und mamillares habe ich keinen Grund, mich hier auszusprechen, da meine Untersuchungen zu einer Zeit abschliessen, wo noch nichts davon nachzuweisen ist. Der älteste Embryo *z* (22 ^{mm}), den ich daraufhin untersucht habe, zeigt an den Lendenwirbeln zugespitzte Querfortsätze, welche schon ihre relative Ausdehnung erreicht haben, an denen sich aber gleichwohl die drei Fortsätze nicht nachweisen lassen. Die Musculatur liegt hier dem Knorpel eng an, und es ist kaum zu verkennen, dass sie bestimmend für die Form des Knorpels wird.

Von dem Stadium des Embryo *SO* bis zu dem des Embryo *z* zeigen die Proc. transv. der Lendenwirbel gleichmässige Knorpelstructur, in der kein abgeschlossener Bezirk als Rippenrudiment zu erkennen ist. Auch

die Knochenkerne werden nach Rambaud und Renault[1] in den Lendenwirbelquerfortsätzen, gleichwie in den Proc. transv. der Brustwirbel, einfach angelegt.

Nach obiger Darstellung ist die Bildung des Lendenwirbelquerfortsatzes nicht durch Verschmelzung zweier getrennter Anlagen erfolgt, sondern als einheitliche Anlage, die aber nach ihrer Stellung etwas mehr als der Anlage des thoracalen Wirbelquerfortsatzes entspricht.

Um über die Bedeutung der ungleichartigen Knorpelwülste, die am Modell die späteren Proc. transv. der Brust- und Lendenwirbel repräsentiren, in's Klare zu kommen, bin ich bei meiner Untersuchung auf frühere Stadien zurückgegangen.

Bei eingehender Vergleichung der einzelnen Segmente der Wirbelsäule müsste man als Ausgangspunkt der Beschreibung ein Stadium wählen, in dem alle Wirbel sich genau gleich verhalten.

Ein solches Idealstadium ist aber nicht aufzufinden; vom ersten Anfang an verhalten sich die verschiedenen Segmente verschieden, und so ergiebt sich die Schwierigkeit, zu bestimmen, ob man im Hals-, Brust- oder Lendentheil den Typus eines Segmentes suchen soll.

Nach meinem Dafürhalten eignet sich dazu die Brustwirbelsäule am besten, da hier auch die Muskeln und Nerven regelmässige Segmentation zeigen. Leboucq[2] und Froriep[3] stellen dagegen den Halswirbel als Typus eines Wirbels hin; sie wählen also einen Theil der Wirbelsäule, bei dem die segmentale Gliederung der Musculatur und der Nerven, welche ja auch formbestimmend auf den Knorpel einwirken können, nicht mit Sicherheit zu verfolgen ist.

In den frühesten Stadien der Wirbeldifferenzirung am menschlichen Embryo (8 ^{mm}) sieht man im ganzen Bereich der Wirbelsäule in regelmässigen Abständen bindegewebige Massen, die sich beiderseits zwischen Chorda und Ursegmenten ausbreiten. Sie entsprechen dem Gebiet der späteren Zwischenwirbelscheiben, sowie den Bogenanfängen und Fortsätzen, bezw. auch der Rippen. Froriep nennt diese Massen Wirbelbogen, eine Bezeichnung, die leicht zu Missverständnissen Anlass geben kann. Zweckmässiger spricht Disse[4] von Muskelsepten.

Auf die Frage nach der Herkunft dieser Bindegewebsmassen habe ich hier nicht näher einzugehen. In Bezug auf die Halswirbelsäule sagt Froriep, dass die Bindegewebsmassen von der Chorda zu den Urwirbeln

[1] Rambaud et Renault, *Origine et développement des os*. Paris 1864 p. 77.

[2] Lebouc q, Recherches sur les variations etc. *Ac. de Belg. Mém. cour.* 1896. T. LV.

[3] Froriep, Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule. *Dies Archiv.* 1883. Anat. Abthlg. S. 177 u. 1886. S. 69.

[4] Disse, Skeletlehre. v. Bardeleben's *Handbuch*. 1896. S. 6 u. 30.

hinziehen, was leicht die Vorstellung erwecken könnte, dass sie an der Chorda entstehen.

Das frühzeitig vorhandene lockere Mesenchymgewebe wandelt sich **wie mit einem Schlage** durch Auftreten einer dichteren Intercellularsubstanz im ganzen Bereich des Septums zu einer festeren Substanz, zum sog. Vorknorpel um.

Daher zeigen uns die Bindegewebsmassen nur die Strassen an, auf denen sich die Mesenchymzellen ausgebreitet haben; sie geben uns keinen Anhaltspunkt über die Herkunft der Zellen.

Nachdem einmal die Wirbelkörperanlagen als paarige Knorpelcentren aufgetreten sind, werden auch sie ringsherum von verdichteten Bindegewebsmassen eingefasst. Auch die Chorda bekommt auf diese Weise ihre secundäre Scheide (Stadium des Embryo *N* 10·9 mm).

Bei Verdauungspräparaten (Trypsin) sah ich das Bindegewebsgerüst des Septums unmittelbar mit dem viel grobmaschigeren des Wirbelkörpers zusammenhängen.

Die beiden Anfangs getrennt vorhandenen Knorpelcentren jedes Wirbels vereinigen sich später zu einem gemeinsamen Wirbelkörper, und dieser tritt dann in Beziehung zu dem Septum (Embryo $S_1 = 12 \cdot 5$ mm).

Die Septa zeigen im Hals-, Brust- und Lendentheil der Wirbelsäule ungleiche Gestalt.

Im **Brusttheil** zeigen sie ausser den hinteren, mit den Urwirbeln verbundenen Fortsätzen auch zwei vordere, die in ihrer Form und Lage genau den späteren Rippen entsprechen. Die **Rippen** sind also ursprünglich als **ventrale Fortsätze des Wirbelseptums** aufzufassen.

Im Halstheil fehlen die ventralen Fortsätze vollständig. In Folge der starken Nackenkrümmung und der dadurch bedingten Raumbeengung im ventralen Halsgebiet sind die Bedingungen der Muskel- und Nervenanordnung und die der Skeletbildung hier ganz andere, als im Thoracalgebiet.

Die so frühzeitig vorhandene Art. vertebralis wird vom Vorknorpel vollständig umschlossen; das For. transv. besteht also schon im Vorknorpelstadium innerhalb des Septums. Ich kann mich hier auf die guten Abbildungen von **Froriep** und **Lebouca** beziehen.

Im Stadium des Embryo S_1[1] liegt die Extremität noch hoch oben am Hals. Sie findet sich noch an der Stelle, die ihrer späteren Innervation entspricht;[2] sie wird aber von der Kopfkrümmung nicht betroffen und bildet so ein geräumiges Refugium für die vom Dorsalgebiet her vorgeschobenen Muskeln und Nerven.

---

[1] Vgl. **His**, Normentafel Fig. 16 und Taf. XIII, Fig. 7.

[2] **His**, *Anat. menschlicher Embryonen.* Bd. I. S. 18.

Zu dieser Zeit werden in der Extremität schon deutlich abgrenzbare Vorknorpelmassen sichtbar. Disse[1] giebt an, dass die erste mesenchymale Anlage der Bindegewebsmassen in der Extremität eine einheitliche sei und sich erst später in Gürtel und Extremität gliedere.

Ich habe nun versucht, eine Reconstruction dieser Bindegewebsmassen des Embryo S_1 zu machen und erhielt schon deutlich abgrenzbare Formen für den Humerus und die Vorderarmknochen zu einer Zeit, wo nur im Kopf des Humerus ein kleines Knorpelcentrum nachzuweisen war. Das Schulterblatt befindet sich in diesem Stadium hoch oben im Hals und zeigt eine langgezogene Form. Alle Gebilde des Extremitätengürtels liegen oben im Halsgebiet, weit über der ersten Rippe, welch' hohe Lage sie noch eine Weile beibehalten.[2]

Der Umstand, dass in der Extremität der bindegewebige Vorknorpel wie mit einem Schlage entsteht, erschwert den Nachweis seiner Herkunft; da das Bindegewebe aber in naher Beziehung zu den Muskeln und Nerven der Extremität steht, darf man wohl annehmen, dass es mit dem Dorsalgebiet, und zwar speziell mit den vorderen Abschnitten der intermusculären Septen in genetischer Beziehung steht. Es wäre in diesem Fall das obere Extremitätenskelet als Aequivalent vorgeschobener Halsrippen anzusehen!

Im Vorknorpelstadium sind vordere Fortsätze des Wirbelseptums am ersten Lendenwirbel nachweisbar. Solche finde ich z. B. bei Embryo *N* (Obj. tr. 20).

Da sie genau an der Stelle der späteren Proc. transv. liegen, so können sie als echte vorknorpelige Proc. costarii bezeichnet werden. Als solche sind sie eine völlig transitorische Bildung, von der vom Zeitpunkt der Verknorpelung an nichts mehr zu sehen ist.

Für die untere Extremität wiederholt sich bekanntlich die Convergenz der Nerven- und Muskelanlagen aus dem angrenzenden Segmentgebiet.[3] Auch hier könnte man die in der Extremität nachweisbaren abgegrenzten Bindegewebsmassen als Verlängerungen der intermusculären Septa auffassen; ein Zusammenhang derselben mit den Septen oder den Ursegmenten ist aber im bindegewebigen Stadium nicht mehr nachzuweisen.

Durch Froriep's Arbeiten ist es festgestellt, dass die hinteren Fortsätze der Septa den späteren hinteren Fortsätzen des Wirbels entsprechen, dass sich aber der central gelegene Bezirk zur Zwischenwirbelscheibe umbildet. Es ist nun auffallend, dass aus einem ursprünglich einheitlichen Gebilde später zwei so ganz verschiedene Gewebsarten entstehen.

---

[1] Disse, Skelet. v. Bardeleben's *Handbuch*. S. 32.

[2] Man vgl. z. B. His, *Anat. menschlicher Embryonen*. Bd. III. S. 125.

[3] His, Zur Geschichte des Gehirns. *Abh. d. K. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Math.-phys. Cl.* 1888. Bd. XIV. Taf. II, Fig. 3, Embryo *KO*.

Der Grund für diese verschiedenartige Entwickelung lässt sich am besten darin finden, dass die betreffenden Theile verschiedenen mechanischen Einflüssen ausgesetzt sind.

Bei der ersten Entwickelung der Faserung im Bindegewebe spielen nach His[1] Zugwirkungen eine entscheidende Rolle; dies gilt auch für die ersten Anlagen der Muskelsepta. Die Anordnung der Bindegewebsschicht entspricht hier dem sich wiederholenden, gleichgerichteten Zug von den Muskelplatten.

Später kommen auch Druckwirkungen in Betracht. Indem sich zuerst in den Wirbelkörpergebieten, an den Punkten, wo das Gewebe am wenigsten den durch Zug bewirkten Verschiebungen ausgesetzt ist, solider Knorpel bildet, wird von diesen Stellen aus auf das weichere Mesenchymgewebe des Wirbelseptums ein Druck ausgeübt, der sich in dem central gelegenen Bezirk (der späteren Zwischenwirbelscheibe) dadurch kundgiebt, dass sich hier die Bindegewebsmaschen verengen.

Das Bindegewebe der Fortsätze des Wirbelseptums wird von dieser Zusammendrängung nicht betroffen; es steht noch, wie im vorigen Stadium, mit dem Bindegewebe des Wirbelkörpers in Verbindung; diese tritt um so deutlicher hervor, je mehr die Zwischenwirbelscheibe an Dicke zurückbleibt.

Es handelt sich bei der Bildung des Wirbels offenbar nicht um Verschmelzung ungleichartiger, abgeschlossener Theile, sondern einfach um eine Vergrösserung des Wirbelkörpergebietes auf Kosten des centralen Gebietes des vorknorpeligen Septums.

Nach Disse's Beschreibung verknorpeln die Fortsätze des Wirbelseptums rasch und verschmelzen dann mit dem Körper. Auch Froriep ist der Ansicht, dass die hinteren Fortsätze selbständig verknorpeln und dann rasch mit dem Wirbelkörper verschmelzen. Bei den menschlichen Embryonen konnte ich aber in den Fortsätzen zu einer Zeit, wo das Wurzelstück noch rein bindegewebig war, keine Knorpelzellen, kein selbständiges Knorpelcentrum beobachten. An manchen Wirbeln zeigt zwar das Wurzelstück der Fortsätze kleinere Zellen, als der angrenzende verdickte Theil des Fortsatzes; dies gilt namentlich für die Halswirbel, die von Froriep und Leboucq zum Ausgangspunkt ihrer Beschreibung genommen wurden. Die Kleinheit der Zellen lässt sich aber in Beziehung bringen zur Enge der betreffenden Stelle und zu dem dadurch bedingten vergrösserten Druck der Oberfläche; es entsteht so das verdichtete Bindegewebe, das jeden Knorpel umgiebt und das später zum Periost wird. Ausserdem kann sich der Knorpel an dieser Stelle deshalb nicht ausgiebiger ausdehnen, da ihm hier

---

[1] His, *Ueber die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* 1868. S. 201. — Ferner: Derselbe, Häute und Höhlen. *Programm.* Basel 1865.

die mächtigen, schräg austretenden Nerven und die Art. vertebralis besonders eng anliegen. So mag es kommen, dass die Knorpelzellen im Uebergangstheil relativ klein bleiben, und dass dieser seinen vorknorpeligen Charakter länger beibehält, als der Fortsatz. Die Verknorpelung beginnt augenscheinlich am Wirbelkörper und schreitet von da aus nach den Fortsätzen fort.

In dieser Zeit verhalten sich die Rippen, die ich oben als die ventralen Fortsätze der Septa bezeichnet habe, anders, als die hinteren Fortsätze. Sie erhalten ihr eigenes, wohl charakterisirtes Knorpelcentrum; dieses tritt zuerst an der dicksten Stelle des Rippenkopfes im Centrum auf und verhält sich ähnlich wie die bilateralen Knorpelcentren der Wirbelkörper. Der Knorpel breitet sich von da nach allen Seiten aus und wird überall von bindegewebigem Vorknorpelgewebe eingeschlossen; er wächst auch nach dem Wirbelkörper zu; seine Grenzschicht bleibt dabei bindegewebig und stösst an die ebenfalls verdichtete bindegewebige Grenzschicht des Körpers und der Zwischenwirbelscheibe. Hier vereinigen sich zunächst nur die Bindegewebsmassen der Grenzschicht. Die Knorpelmassen können sich nicht vereinigen, da sie immer durch verdichtetes Bindegewebe getrennt sind, und so sind die Bedingungen zur Bildung eines Gelenkes gegeben.[1]

Sollten die hinteren Fortsätze, gleich wie die Rippen selbständige, rings von Bindegewebe umgebene Knorpelcentren bilden, so wäre der weitere Verlauf der Verknorpelung kaum anders denkbar, als bei den Rippen; es wäre dann anzunehmen, dass es auch zwischen hinteren Bogen und dem Körpergebiet zur Gelenkbildung käme, oder man müsste wenigstens zu irgend einer Zeit der Entwickelung eine scharf abgegrenzte Bindegewebsschicht nachweisen können. Eine solche Zwischenschicht finde ich aber zu keiner Zeit. Eine ohne Hinterlassung von Spuren vor sich gehende Verwachsung von getrennten Knorpelstücken ist mir auch sonst nicht bekannt.

Das entwickelungsgeschichtliche Merkmal für ein Rippenrudiment ist nach meinem Dafürhalten von der Zeit an, wo überhaupt Knorpel auftritt, ein selbständiges Knorpelcentrum; denn erst dadurch unterscheidet sich die Rippe von den übrigen Gebilden des Septums, mit denen sie im Vorknorpelstadium eine Einheit bildet.

An den Halswirbeln umschliesst das Wirbelseptum die Art. vertebralis. Die Verknorpelung des vorderen Abschlusses des For. transv. erfolgt erst, nachdem die hinteren Fortsätze des Wirbels verknorpelt sind.[2] Die Verknorpelung schreitet dann von beiden Seiten her in die Bindegewebsspange vor. So bildet sich am Wirbelkörper und am Fortsatze

[1] Hepburn, *Journal of Anat. and Physiol.* 1889. Vol. XXXIII. p. 507.

[2] Leboucq, Recherches sur les variations etc. *Ac. de Belg. Mém. cour.* 1896. T. LV.

je eine Knorpelspitze, welche sich dann treffen und eine Knorpelspange bilden.

Diese beiden Knorpelspitzen sind an den mittleren Halswirbeln gleich gross und die Verwachsung kommt meist in der Mitte der Spange zu Stande.

Am 7. Halswirbel ist aber nach Leboucq die laterale Spitze bedeutend grösser, als die mediale, so dass der knorpelige Verschluss hier näher dem Wirbelkörper und etwas später erfolgt.[1]

Ich glaube nicht, dass man auf diesen Grössenunterschied allzuviel Gewicht legen darf; am Modell verhalten sich in dieser Beziehung der 1. und 2. Halswirbel ähnlich. Hierbei spielen jedenfalls auch wieder die schräg austretenden Nerven eine Hauptrolle, indem sie eine Knorpelspitze an ihrer Ausdehnung hemmen. Speciell am 7. Halswirbel kommt auch der durch die Umbiegung der Art. vert. entstehende Druck in Betracht.

Leboucq sieht die vordere Spange des For. transv. als Rippenrudiment an und legt dabei viel Gewicht auf einen in diesem Gebiete selbständig auftretenden Knochenkern, den er am 7. Halswirbel regelmässig nachweisen konnte.

Da diesem aber auch nach Leboucq's Darstellung nicht ein gleichartiger, selbständiger Knorpelkern entspricht, so kann man das betreffende Stück der Spange nicht als eine selbständige Bildung im Sinne der Rippen ansehen. Bekanntlich finden sich im ganzen Skelet Knochenkerne, die durchaus nicht den Knorpelkernen entsprechen und über die Zusammensetzung der betreffenden Theile ein unrichtiges Bild geben (Sternum).

Schliesslich sprechen auch diejenigen Befunde bei überzähligen Rippen[2] dagegen, wo neben dem deutlich erkennbaren beweglichen Rippenrudiment noch ein mehr oder weniger umschlossenes For. transv. vorkommt. Leboucq sieht die Knorpelspange, die den selbständigen Abschluss des For. transv. bildet, als eine zufällige secundäre Bildung an. Man kann sich aber nicht denken, warum hier die Knorpelbrücke anders entstanden sein soll, als am normalen Halswirbel.

Nach dem, was oben mitgetheilt worden ist, giebt es weder an der Lendenwirbelsäule, noch an der Halswirbelsäule knorpelige Proc. costarii. Einen vorknorpeligen Fortsatz dieser Art zeigen der 1. Lendenwirbel und

[1] An meinem Modell ist umgekehrt die mediale Spitze grösser als die laterale.

[2] Die Möglichkeit einer überzähligen Rippe am 7. Halswirbel scheint sich aus denselben Gründen zu ergeben wie am 1. Lendenwirbel. Die Froriep'schen Abbildungen zeigen im Vorknorpelstadium ventrale Fortsätze des Wirbelseptums, welche in ihrer Lage den Rippen entsprechen. Erhalten diese ihre Knorpelcentren, so entsteht ein frei bewegliches Rippenrudiment. (Vgl. Froriep, Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule. *Dies Archiv.* 1886. Anat. Abthlg. Taf. II.)

der 7. Halswirbel. Hier wäre bei weiterer selbständiger Ausbildung des Vorknorpels die Möglichkeit einer überzähligen Rippe vorhanden.

Die entwickelungsgeschichtlichen Befunde scheinen also vom Anfang bis zum Ende der Knorpelentwickelung dagegen zu sprechen, dass wir bestimmte Theile der Hals- und Lendenwirbel als Verschmelzungsproducte von vorgebildeten Rippenrudimenten mit dem Wirbel aufzufassen haben.

Atlas und Epistropheus.

Am Atlas lässt sich an meinem Modell das Tub. anterius deutlich erkennen; an dieses schliessen sich unmittelbar die Massae laterales an, welche beiderseits gut ausgebildet sind und schon ein vollständiges For. transv. und einen Sulcus nervi spin. zeigen; diese Knorpelmassen sind aber nicht seitlich gelegen, sondern fast vollständig ventral und schliessen sich eng an das Tub. ant. an, so dass von einem Arcus anterior noch nicht gesprochen werden kann.

Die hinteren Fortsätze sind, wie bei den übrigen Wirbeln, noch nicht vollständig zur Verwachsung gekommen, sondern ragen nur bis zur Mitte des Nervenrohres als kolbige, freistehende Auftreibungen hervor. Die hinteren Bogenfortsätze der beiden ersten Halswirbel sind bedeutend grösser und dicker, als die der übrigen Halswirbel. Die Gelenke zwischen Atlas und Epistropheus sind noch nicht vorhanden.

Die hinteren Fortsätze des Epistropheus articuliren mit denen des 3. Halswirbels, jedoch noch nicht mit denen des Atlas; sie sind beinahe doppelt so breit, wie die der übrigen Halswirbel; diese Verbreiterung ist auch noch am ausgebildeten Wirbel kenntlich.

Das For. transversarium ist noch nicht vollständig geschlossen; die betreffende Knorpelspange wächst vom Wirbelkörper aus ventral um die Art. vert. herum.

Der Dens zeigt nach oben eine leichte Abflachung und Verdickung; er erreicht den Occipitalknorpel.

Zur Fertigstellung der endgültigen Form dieses Wirbels bedarf es nur noch des Wachsthumes des Dens und der Umschliessung des For. transv. und des For. vertebrale.

Nach der jetzt allgemein angenommenen, von H. Müller begründeten Anschauung wird der Dens epistr. aus den Körperanlagen des 1. und 2. Halswirbels gebildet; dabei stützt man sich vor Allem auf die Thatsache, dass die Chorda durch den Zahnfortsatz hindurchgeht; auch treten in ihm zwei über einander liegende Verknöcherungscentren auf.

Weniger übereinstimmend sind die Angaben über die Entstehung des Atlas. Froriep lässt die dorsalen Bogenfortsätze, die nach seiner Darstellung im ganzen übrigen Bereiche der Wirbelsäule mit dem entsprechenden Wirbelkörpergebiet verschmelzen, beim Atlas sich mit der hypochordalen Spange[1] vereinigen. Der definitive Atlas hätte demnach keinen Körper.

Dies geht indessen zu weit. Der ganze Verknorpelungsprocess nimmt beim Atlas und Epistropheus einen von den übrigen abweichenden Verlauf.

Zuerst beginnt auch hier der Process damit, dass von den Urwirbeln her Mesenchymmassen sich zwischen Chorda und Ursegmenten ausspannen (Wirbelsepten); dann treten sowohl im Atlas-, als im Epistropheusgebiete bilaterale Centren auf, die in ihrer Grösse nicht von denen der übrigen Halswirbel abweichen.

Im nächsten Stadium kommen aber die bilateralen Knorpelcentren nicht sofort zur Verwachsung; zu keiner Zeit kann man im Atlas- oder Epistropheusgebiete einen einheitlichen Körper, wie bei den übrigen Wirbeln, unterscheiden.

Dagegen verwachsen die bilateralen Anlagen des Epistropheus mit den entsprechenden des Atlas von der Seite her,[2] während die Trennungsschicht in der Medianebene noch erhalten bleibt. Die Bindegewebsmassen zwischen Atlas und Epistropheuskörper ziehen jetzt ventral vom Körpergebiete des Atlas nach oben, wo sie sich in der Gegend des späteren Tub. ant. des Atlas mit dem medialen Theile des Atlantooccipitalseptums vereinigen (Embryo *N*, Schnitt 164).

Als nächste Folge der Längsverschmelzung zeigt es sich, dass nunmehr die hinteren Fortsätze des Epistropheus von beiden Körpergebieten aus verknorpeln (Embryo *Zr*, Schnitt 36). Zugleich tritt im unteren Theile des Dens (Epistropheusgebiet) eine Verschmelzung auf; (den genauen Zeitpunkt des Verschwindens der medianen Trennungsschicht kann ich hier nicht angeben).

Während so die Bindegewebsmassen an der Körperanlage des Atlas vorüberziehen, kommt es im oberen Theile derselben jederseits zur Abschnürung eines Knorpelstückchens, das aber noch lange nachher mit dem Körpergebiete des späteren Dens am cranialen Ende eine Verbindung zeigt. In den beiden Knorpelstückchen erkennen wir nach ihrer Lagebeziehung leicht die erste Anlage der Massae lat. des definitiven Atlas.

---

[1] Froriep versteht unter seiner hypochordalen Spange einen Theil des Wirbelseptums, der sich ventralwärts an die intervertebrale Bandscheibe anschliesst und an den Seiten in die Fortsätze übergeht; dieselbe soll nach Froriep selbständig verknorpeln. Eine solche selbständige Verknorpelung habe ich aber bei den menschlichen Embryonen nicht nachweisen können und daher auf Froriep's Bezeichnung verzichtet.

[2] Auch von Froriep betont. A. a. O. S. 132.

Bei Embryo *Ob* zeigt der Epistropheuskörper schon eine innige centrale Verschmelzung, während die bilateralen Knorpelmassen im oberen Theile des Zahnfortsatzes (ursprüngliches Atlasgebiet) noch vollständig getrennt sind; hier tritt die Verschmelzung erst viel später ein, nachdem schon die intervertebrale Scheibe auf ein Minimum verschwunden ist.

In späteren Stadien findet man dann als letzten Rest der Intervertebralscheibe im Dens auf senkrechten medialen Durchschnitten ein rautenförmiges Gebilde, dessen senkrechter Schenkel noch das Trennungsgebiet der bilateralen Anlagen des ursprünglichen Atlaskörpers andeutet (Embryo *Mr*, Schnitt 61 und 62).

Ist einmal die Verschmelzung der bilateralen Anlagen erfolgt, so verbinden sich auch die davor gelegenen Vorknorpelmassen der beiden betheiligten Septa mit dem Körperknorpel (Froriep's hypochordale Spange?).

Die Verwachsungsspur in der Medianlinie bleibt verhältnissmässig lange bestehen und ist auch noch bei Embryo *SO* nachzuweisen.

Die Verknorpelung des definitiven Atlas kann von drei Stellen aus erfolgen; zunächst von den Massae laterales aus (den Abkömmlingen der ursprünglichen bilateralen Atlasanlage), die aber bei Embryo *SO* noch mehr ventralwärts gelegen sind; dann aber auch von der medialen Verbindungsspange, die mit dem Dens verwachsen ist: in jedem Falle vom ursprünglichen Atlaskörper aus.

Fassen wir das Obige zusammen, so ergiebt sich:

1. dass der Dens epistr. aus dem Gebiete des Epistropheuskörpers und einem damit verwachsenen Theile des Atlaskörpers entstanden ist;

2. dass die Massae lat. des definitiven Atlas aus dem übrigen Theile der primären Atlaskörperanlage entstehen, und

3. dass das kurze Verbindungsstück, das den vorderen Schluss bildet, aus der Verschmelzung der beiden benachbarten Septa hervorgegangen ist.

Zugleich entnehmen wir aus der Bildungsgeschichte dieser beiden Wirbel, dass man zum Entscheid der Wirbelangehörigkeit eines Knorpels auf die allerersten bilateralen Knorpelanlagen zurückgehen muss, da schon diese mit den nächst gelegenen bilateralen Centren verschmelzen können, bevor sie sich zu einem einheitlichen Wirbelkörper vereinigt haben, und dass unter Umständen Stücke der ursprünglich einheitlichen bilateralen Anlage durch Bindegewebszüge vom Körpergebiete abgelöst werden können (Massae lat.). Will man im Kopfgebiete, wo die trennenden Schichten (Septen) nicht mehr so deutlich zur Entwickelung kommen, oder verlagert sind, gleichwohl Analoga mit den Wirbeln der Wirbelsäule herausfinden, so muss man bei der Beurtheilung der beobachteten Knorpelcentren diese Möglichkeit erwägen.

B. Schultergürtel.

Aus technischen Rücksichten war ich genöthigt, den Schultergürtel am Modell etwas zu hoch zu befestigen. Auch die Verbindung des Sternums mit dem ersten Rippenpaare musste unterbleiben.

Scapula: Das Schulterblatt des Embryos *SO* ist beinahe doppelt so gross, wie die entsprechende Hälfte der Beckenanlage. Die beiden Schulterblätter stehen in einer sagittalen Ebene; ihre längsten Durchmesser stehen unter einander nahezu parallel und parallel mit der Axe der Wirbelsäule; sie unterscheiden sich in ihrer Richtung von den beiderseitigen Beckenanlagen, deren Axen sich ventralwärts in einem Punkte schneiden und einen rechten Winkel bilden. Dem Margo vertebralis des ausgewachsenen Schulterblattes entspricht also zur Zeit ein verticalstehender, nach hinten gerichteter Rand.

Der Proc. coracoideus ist sehr stark entwickelt und mächtiger als das Acromion; er liegt unweit von den oberen Rippen. Das verhältnissmässig kleine Acromion läuft nach vorn in eine bindegewebige Spitze aus, die alle Eigenschaften des Vorknorpels zeigt und sich mit dem verdickten lateralen Ende der Clavicula vereinigt.

Auch die Gelenkfläche für das Schultergelenk ist noch sehr klein, aber ihre Form schon ausgeprägt. Die Spina scapulae fehlt fast vollständig; dieselbe lässt sich nur als leichte Auftreibung an der Wurzel des Acromions nachweisen. Sie entsteht wohl erst später, wenn die betreffenden Muskeln in stärkere Action treten.

Die endgültige Form erreicht das Schulterblatt durch besonderes Wachsthum des Acromions und der Spina scapulae. Die Innenfläche der Scapula ist schon jetzt leicht concav.

Humerus: Das Caput humeri ist gut ausgebildet. Auf der Vorderseite sieht man ein wohl ausgebildetes Tub. majus, während der Sulcus intertubercularis noch nicht bemerkbar ist.

Der Schaft des Humerus ist auf dem Durchschnitte noch fast vollkommen rund; man erkennt an ihm eine seichte Rinne für den N. radialis und auf der Vorderseite eine Tuberositas deltoidea.

Am distalen Ende sind die complicirten Gelenkenden fertig, dagegen ist die Fossa olecrani noch kaum angedeutet, übrigens auch beim Neugeborenen nicht sehr entwickelt.

Die Stellung des Oberarmes zum Unterarme ist noch dieselbe, wie auf einer früheren Stufe (Embryo S_1), wo nur im Humerus ein Knorpelcentrum nachzuweisen war.

Die schon bei der äusseren Besichtigung hervortretenden gedrungenen plumpen Formen der Extremitäten äussern sich womöglich noch übertrieben in deren Skelet. Ueberall ist das Verhältniss $\frac{\text{Breite}}{\text{Länge}}$ unverhältnissmässig gross; beim Vorderarme erreicht es nahezu den Werth 1. Alle Skeletstücke erhalten erst im Laufe des weiteren Wachsthumes ihre schlankeren Formen.

Am 25fach vergrösserten Modell misst der **Humerus**:

Länge	72 mm
Querschnitt des Schaftes	17 „
„ der Epicondylen	26 „

	Ulna.	Radius.
Länge	44 mm	32 mm
Grösste Breite am distalen Ende	22 „	18 „

Breite von Radius und Ulna.

In der Mitte des Vorderarmes	28 mm
Am unteren Ende	42 „

Hand.

Länge	49 mm.

Maasse nach Burtscher und Aeby[1] in Procenten der ganzen Länge der Extremität (Mittel):

Oberarm	Vorderarm	Hand
43	31·6	25·3

Dieselben Maasse am Embryo *SO*:

Oberarm	Vorderarm	Hand
43·6	26·6	29.8.

Ulna: Die Ulna ist auf diesem Stadium bedeutend voluminöser, als der Radius; sie ist sowohl länger, als auch breiter. Sogar das distale Ende ist breiter, als das des Radius. Bei der mikroskopischen Durchsicht einzelner Armdurchschnitte können daher sehr leicht Irrthümer entstehen, indem man am Handgelenke den breiteren Knorpel für den Radius hält und dann die Topographie der Handwurzelknochen falsch auffasst. Nur unter genauer Berücksichtigung des Ellbogengelenkes kann man mit Sicherheit erkennen, ob man es mit einem rechten oder linken Arme zu thun hat.

---

[1] Aeby und Burtscher, Das Wachsthum der Extremitäten. *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1877. Bd. II. S. 357.

Der Vorderarm ist bis zum rechten Winkel gebeugt und befindet sich in einer Mittelstellung zwischen Adduction und Abduction. Die beiden Vorderarmknochen stehen genau parallel.

Der Proc. coronoideus ulnae ist angedeutet; das Olecranon besitzt schon seine typische Form; namentlich entspricht die Gelenkfläche genau ihrer definitiven Form.

Am distalen Ende überrascht uns die Grösse des Proc. styloideus; er reicht zur Zeit noch als spitzer, nur unvollständig knorpeliger Fortsatz in das Gebiet des Erbsenbeines hinüber.

Die Diaphyse der Ulna zeigt eine abgeplattete Gestalt. Im Querschnitt ist sie aber nicht dreikantig. In diesem Stadium kann man an der Ulna nur 2 Flächen und 2 Kanten unterscheiden, eine Facies volaris und dorsalis, eine Crista interossea und einen Margo inferior (caudalis), entsprechend der Stellung des Vorderarmes.

Radius: Das Capitulum radii ist noch nicht kreisrund; ein Theil desselben ragt oben etwas über den Epicondylus lat. humeri hervor. Auch dieser Fortsatz kann leicht zu Verwechselungen mit dem Olecranon ulnae führen, wenn man einzelne Armschnitte unter dem Mikroskop studirt und nicht von vornherein weiss, ob man es mit einem rechten oder linken Arm zu thun hat.

Das Collum radii ist typisch entwickelt; von da ab bis an das distale Ende verbreitert sich der Radius wesentlich, ohne jedoch die Breite der Ulna je zu erreichen. Die Facies art. carpea des Radius kommt in directe Beziehung zum Metacarpus des Daumens, dem Multangulum majus (volarwärts) und dem naviculare (dorsalwärts). Ein Processus styloideus ist noch nicht kenntlich.

Die Handwurzel ist im Verhältniss zum Metacarpus noch schwach entwickelt. Ihre Stücke zeigen noch nicht die späteren Lageverhältnisse, und es ist ziemlich schwer, sich zu orientiren; ich möchte fast behaupten, dass es ohne Modell fast unmöglich sei, nur nach mikroskopischen Schnitten die Knorpel der Handwurzel richtig zu deuten. Es treten Knorpel mit einander in Beziehung, die später im definitiven Zustand getrennt sind. In dem Sinne sind auch einzelne der nachfolgenden Detailangaben noch mit dem Vorbehalt einer Revision auf dem Wege weiterer Modellirung zu verstehen.

Wir können an der Handwurzel einen proximalen und distalen Rand aus einander halten, die sowohl radial als ulnarwärts in einander übergehen; der proximale Rand verläuft gestreckt; der distale beschreibt einen Kreisbogen von schätzungsweise etwa 120°, um dessen Peripherie die Mittelhandknorpel als Radien sich gruppiren. Der Mittelhandknorpel des Daumens berührt unmittelbar den Radius, der 5. Mittelhandknochen bleibt vom Proc.

styl. ulnae durch einen sehr schmalen Streifen des Triquetrum getrennt. Sehr charakteristisch tritt die auch an der erwachsenen Hand erkennbare Dreigliederung hervor: Das Mittelgebiet wird durch die beiden dicht an einander liegenden Knorpel des Capitatum und Lunatum gebildet, die in der unmittelbaren Verlängerung des dritten Metacarpalknorpels gelegen sind. Das radiale Dreieck wird durch die unvollkommen geschiedenen Mult. majus und minus sowie durch das naviculare gebildet, das ulnare Dreieck durch hamatum und triquetrum. Das Erbsenbein ist noch kaum angedeutet.

Alle Handwurzelknorpel sind unter einander durch weiche Bindegewebsmassen verbunden; die Gelenke sind noch nicht vollständig gebildet.

Auf der Dorsalseite sind das Mult. majus und minus nicht zu sehen. Der Metacarpalknorpel des 5. Fingers articulirt mit dem Hamatum und dem Triquetrum.

Auf der Volarseite erscheint das Naviculare theilweise überlagert vom Mult. majus; man sieht von ihm in der proximalen Reihe nur seine beiden als Spitzen hervortretenden Enden. Die mediale dieser Spitzen kann leicht für eine besondere Knorpelanlage gehalten werden, namentlich wenn die Schnittrichtung der Handfläche parallel geht.

Neben der ulnaren Spitze des Naviculare tritt das Lunatum stark hervor; es berührt sowohl Ulna als Radius. Letztere beiden Knorpel berühren sich noch nicht; indessen existirt noch kein Knorpel, der dem Intermedium v. Bardeleben's[1] entspräche.

Auch das Triquetrum und Pisiforme treten auf der Volarseite stark hervor, ebenso die Knorpel der distalen Reihe. Ein Hamulus oss. hamati ist noch nicht zu erkennen.

Indem sich in der Folge die Knorpel der proximalen Handwurzelreihe hauptsächlich in ihrem grössten Durchmesser, also quer zur Axe des Vorderarmes, weiter ausdehnen, tritt eine Verschiebung ein, wodurch die Knorpel ihre endgültige Lage erhalten.

Noch im Verlauf des 2. Monats drängt das Naviculare zunächst den Metacarpalknorpel des Daumens vom Radius ab, den dieser am Modell noch berührt. Dann vergrössert sich das Lunatum und rückt auf den verbreiterten Radius über; das Triquetrum bleibt dagegen mit der Ulna im Zusammenhang.

Unter den Knorpeln der distalen Reihe zeichnet sich auf dieser Stufe das Os capitatum schon durch seine ungewöhnliche Grösse aus. Seine Gelenkflächen sind schon ausgebildet, namentlich das Kugelgelenk mit dem Lunatum. Mit Ausnahme des Triquetrum und des Pisiforme stehen alle

---

[1] v. Bardeleben, Hand und Fuss. *Verh. der anat. Ges.* 1894. S. 257.

Handwurzelknochen mit ihm in Beziehung, sogar das Multangulum majus. Letzteres wird wohl erst durch das Wachsthum des Multangulum minus weggedrängt, welches am Modell nur an der Hohlhandseite zu sehen ist.

Der zweitgrösste Knorpel der distalen Reihe ist das Hamatum, das die Gestalt eines quergestellten Keiles hat; auch dieser Knorpel wird bei den weiteren Wachsthumsvorgängen nicht verdrängt und behält seine Lagebeziehung zum 4. und 5. Metacarpalknorpel einerseits, zum Triquetrum und Capitatum andererseits in der Folgezeit bei.

Die distale Handwurzelreihe folgt der proximalen in ihrer radialen Verschiebung.

Metacarpus: Die verschiedenen Metacarpalknorpel zeigen sehr verschiedene Grösse. Vor allem fällt auf, wie sehr der Metac. I. hinter den anderen im Wachsthum zurückgeblieben ist. Am Modell ist er nur halb so lang wie der Metac. V; der Metac. III übertrifft alle anderen an Länge.

Die complicirten proximalen Gelenkflächen sind jetzt schon ausgebildet. Die ausgesprochenen Sattelgelenke des Metac. I und V erklären sich leicht aus ihrer jetzigen Lagebeziehung.

Der Metac. I lagert sich nämlich in den Winkel zwischen Radius und Naviculare. Die Fläche die dem späteren Gelenk entspricht, besitzt wie gesagt schon jetzt eine sattelförmige Gestalt. Wenn es dann später vom Radius abrückt, passt sich das naviculare dieser Fläche an.

Aehnlich verhält es sich mit dem Metac. V; dieser keilt sich am Modell zwischen Triquetrum und Hamatum ein und besitzt auch hier schon eine sattelförmige Gelenkfläche, an die sich das Hamatum nachträglich anformt.

Die distalen Gelenke der Mittelhandknochen zeigen verschiedene Stadien der Entwickelung; bei den Metac. III und IV sind sie schon fertig ausgebildet, sie zeigen schon deutliche Gelenkhöhlen; die Phalangen sind länglich, während beim Metac. V das angelegte Stück der 1. Phalanx sich wie eine kolbige Auftreibung des Metacarpalknorpels verhält. Die äussere Haut umschliesst die kolbige Auftreibung des V. Metacarpus (Phalanxanlage) von allen Seiten; der gleichmässige Abstand der Haut von der Grenzschicht beider Knorpel lässt vermuthen, dass von allen Seiten auf das sich bildende Gelenk ein gleichmässiger Druck ausgeübt wird und erklärt auf diese Weise das Zustandekommen eines Kugelgelenkes.

Die Phalangen lassen am Modell ihre spätere Form noch nicht erkennen. Es sind überhaupt nur erste Phalangen nachweisbar. Diese zeigen im Allgemeinen eine etwas abgeplattete Form, sitzen mit breiter Basis auf den entsprechenden Mittelhandknorpel auf und spitzen sich dorsalwärts zu.

Wie schon oben erwähnt, hat sich die erste Phalanx des 5. Fingers noch nicht vollständig vom Mittelhandknorpel abgelöst; sie entspricht in ihrer Form am meisten den kolbigen Verdickungen an den dritten Phalangen der ausgebildeten Finger.

Sesambeine finden sich an der Hand des Embryo *SO* an denselben Stellen, wo sie auch an der ausgebildeten Hand vorkommen. Ich habe sie indessen nicht dargestellt, weil ihre entwickelungsgeschichtliche Bedeutung sehr in Frage steht und weil sie mir die Uebersichtlichkeit des Modells gestört und die technischen Schwierigkeiten wesentlich erhöht hätten.

Phalangenwachsthum.

Im Stadium des Embryos S_1 (12·5 mm), in dem die langen Extremitätenknochen schon als abgeschlossene vorknorpelige Bildungen zu erkennen sind, kann man von der Handwurzel an distalwärts nur homogenes Gewebe unterscheiden (ebenfalls am Fuss bei *N*).

In diesem Stadium sind aber die Gefässe und Nerven bis unter die Epidermis zu verfolgen. Sie theilen das homogene Gewebe in bestimmte Gebiete ein. Ein Gefässbogen führt in einem Kreisbogen von schätzungsweise 150° von der Radialseite nach der Ulnarseite hin und begrenzt auf diese Weise das Gebiet der späteren Handwurzel. Von diesem Bogen aus entspringen kleinere Gefässe, die das distal gelegene Grenzgebiet in fünf gleiche Bezirke eintheilen, in denen wir unschwer die Mittelhand erkennen. Die äussere Haut schliesst sich überall platt an; sie zeigt noch keine Hervortreibungen, die als Fingeranlagen zu deuten wären.

Im nächsten Stadium entstehen, wohl unter dem Einfluss der Gefässversorgung, an der Epidermis Auftreibungen, die an den oben beschriebenen Gefässgebieten gelegen und als erste Anlagen der Finger erkennbar sind.

Gleichzeitig nimmt das Gewebe der Mittelhand und der Handwurzel bestimmtere vorknorpelige Formen an. Diese Formen werden aber in der Mittelhand (bezw. Mittelfuss) früher kenntlich, als in der Handwurzel (Fusswurzel). Auch in späteren Stadien zeigen sie verschiedene Entwickelungsstufen; bei Emybro *Ob* sind sie theilweise schon in Knorpel umgewandelt (Fuss), während die Fusswurzelknochen noch vorknorpelige Beschaffenheit zeigen.

Entsprechend den Auftreibungen der Epidermis finden wir in gleichen Abständen im Centrum eine kolbige Verdickung des Vorknorpels am distalen Ende der Mittelhandknochen. Das knorpelige Gewebe im Schaft der Mittelhandknochen geht ganz unmerklich über in den Vorknorpel der kolbigen Auftreibung, der von allen Seiten gleichmässig von der Epidermis begrenzt wird.

Im nächsten Stadium, das bisweilen am gleichen Embryo an der anderen Extremität zu finden ist (Embryo *Ob* Hand), bildet sich eine bindegewebige Grenzschicht zwischen Knorpel und Vorknorpel, die in ihrer Form dem Verlauf der Epidermis genau folgt.

Der vorknorpelige Theil umschliesst dann den Knorpel der Mittelhand wie eine Kappe; die Grenzschicht stellt den ersten Anfang des Metacarpophalangealgelenkes, der Vorknorpel die 1. Phalax dar.

Später bildet sich, wahrscheinlich unter dem Einfluss einer neuen Gefässsprossung an der Epidermis eine neue Hervortreibung; zugleich bildet sich die vorknorpelige Kappe in Knorpel um (der Druck der Epidermis fällt für eine Zeit lang weg) und nimmt nun ganz die Form des Basalstückes der 1. Phalanx an.

In gleicher Weise bilden sich auch die zweiten und dritten Phalangen, indem vermöge einer schubweisen Auswölbung der Epidermis immer neuer Raum geschaffen wird.

Die zweiten und dritten Phalangen sind nicht als Vorknorpel von Anfang weg vorgebildet. Dies sieht man sehr schön in den Stadien, wo eben eine neue Epidermishervortreibung entsteht und der Vorknorpel sich in Knorpel umwandelt. Zwischen dem distalen Ende des Knorpels entsteht dann ein leerer Raum, in dem keinerlei vorknorpelige Bildungen nachzuweisen sind.

Diese Abhängigkeit des Phalangenwachsthums von der Epidermis bestätigt ein allgemeines Princip, das z. B. auch bei der Flossenbildung der Fische auffällig hervortritt. Wo sich eine Flosse bilden soll, entsteht zuerst eine Epidermisfalte mit leerem Innenraum, in die die Gewebe nachträglich hineinwachsen.

Durch die Art der Knorpelentwickelung unterscheiden sich die Phalangen von allen anderen Knorpeln des Skelets, weshalb man mit Fug und Recht von einem selbstständigen Phalangenwachsthum reden darf.

C. Beckengürtel.

Da sich die untere Körperhälfte langsamer entwickelt, als die obere, ist die Cart. coxae nur etwa halb so gross, wie das Schulterblatt; die Knorpel des Ober- und Unterschenkels stehen meist hinter den entsprechenden Knorpeln des Armes zurück.

An der unteren Extremität des 25fach vergrösserten Modelles des Embryos *SO* misst das Femur:

Länge	61	mm
Querdurchmesser des Schaftes	13·5	„
„ der Condylen	30	„

Tibia:	Länge	37 mm
	Grösste Breite am proximalen Ende	24 „
Fibula:	Länge	30 „
	Grösste Breite am distalen Ende .	9·5 „
Breite von Tibia und Fibula:		
	am distalen Ende	27 mm
	in der Mitte	22 „
Fuss:	Länge	47 mm

Maasse nach Burtscher und Aebi in Procenten der ganzen Länge der Extremität bei Erwachsenen:

Oberschenkel	Unterschenkel	Fuss	
45·9	35·4	18·5	Procent.

Dieselben Maasse am Embryo *SO*:

Oberschenkel	Unterschenkel	Fuss	
42	25·5	32·5	Procent.

Am Fuss sind die Knorpel des Tarsalgebietes relativ weiter entwickelt, als die des Mittelfusses, die noch sehr unscheinbar sind. Die Gesammtmasse des Tarsus beträgt mehr als die Gesammtmasse der Metatarsen, während am Arm umgekehrt die Masse des Metacarpus diejenige des Carpus schätzungsweise um mehr als das Doppelte übertrifft. So zeigt sich schon auf dieser frühen Stufe ein Unterschied, der die Homologisirung erschwert.

Noch stehen beim Embryo *SO* Ellbogen und Knie beide nach auswärts und hinten. Der Vorderarm steht genau parallel dem Unterschenkel; nur die Axe des Oberschenkels weicht von der des Oberarmes um einen spitzen Winkel ab. —

Das Becken besteht aus zwei seitlichen Anlagen, welche weder unter sich, noch mit dem Kreuzbein verbunden sind. Die Axen beider Beckenhälften treffen sich über der Spitze des Steissbeines und bilden einen rechten Winkel.

Es lassen sich am Becken drei Partien unterscheiden, die die Form der später unterschiedenen drei Knochen, Oss. pubis, ischium, ileum, leicht erkennen lassen; der Knorpel zeigt indessen keine Trennungslinie; dagegen ist an der Pfannenfläche eine oberflächliche Eintheilung in drei Abschnitte erkennbar, die den Grenzen der späteren Knochen entsprechen.

Die Darmbeinschaufel ist durch ihre charakteristische platte und bogenförmig begrenzte Gestalt sehr leicht zu erkennen. Sie ist noch nicht

grösser, als der Theil des Schulterblattes, welcher vom Margo sup. bis zur Spina reicht, und bildet mit der Längsaxe des übrigen Beckenknorpels einen Winkel; eine ähnliche, wenn auch viel schwächer ausgeprägte Abweichung findet sich auch in der Richtung des Margo sup. scapulae und dem übrigen Schulterblatt. Beide Darmbeinschaufeln laufen fast parallel.

Das Schambein ist bedeutend stärker entwickelt, als das Sitzbein; das Foramen obturatum ist noch nicht geschlossen. Auf die Einflüsse der Nerven bei diesen Bildungen hat Petersen[1] besonders sein Augenmerk gerichtet; ich kann hier auf seine ausgezeichnete Arbeit verweisen. Das Schambein steht in Bezug auf seine Grösse hinter dem Proc. coracoideus des Schulterblattes erheblich zurück.

Am Becken sind die Spinae ant. sup. und post. inf. leicht zu erkennen, das Tuber ischiadicum ist aber sehr schwach entwickelt. Das Becken erfährt in der Folge den Hauptzuwachs in der Richtung seines grössten Durchmessers, also nach vorn und nach hinten; hinten muss es verhältnissmässig bald auf die Massa lateralis des Kreuzbeines stossen, wo es dann zu ausgedehnten Knorpelwucherungen kommt (Synchondrosis).

Die Rami ossis pubis gelangen erst später zur Verwachsung (Petersen). Am Modell zeigt sich die Beckenanlage genau in ihrer richtigen Stellung zum Kreuzbein. Petersen giebt an, dass sich das Darmbein später am Kreuzbein um einen Wirbel emporschiebt. Dies halte ich für keinen correcten Ausdruck des Thatbestandes; dagegen kann sehr wohl die Verwachsung zuerst am 2. Kreuzbeinwirbel beginnen und dann später auf den 1. Kreuzbeinwirbel übergreifen; dies stimmt überein mit der Wachsthumsrichtung der Darmbeinschaufeln. Am Modell ist nämlich die Entfernung der Massa lat. des 2. Kreuzbeinwirbels vom Becken etwas geringer, als die des ersten.

Auch die Axen der Beckenknorpel erfahren in der Folge keine Verschiebung mehr; die Ebene des Beckeneinganges ist jetzt schon in ihrer endgültigen Stellung zum Kreuzbein. Durch das einseitige Wachsthum der Darmbeinschaufel nach oben und aussen wird leicht eine Verschiebung des ganzen Beckens vorgetäuscht. Die zuerst gebildeten Theile bleiben aber in ihrer jetzigen Lagebeziehung zur Wirbelsäule.

Femur: Die Knorpel des Ober- und Unterschenkels zeigen eine besonders plumpe, gedrungene Form. Die grösste Länge des Femur verhält sich zur dünnsten Stelle wie 3·5 : 1.

Das Collum femoris und der Trochanter major sind erst angedeutet; letzterer verhält sich ungefähr so, wie das Tub. majus des Humerus; beide

[1] Petersen, Untersuchungen zur Entwickelungsgeschichte des menschlichen Beckens. *Dies Archiv.* 1893. Anat. Abthlg. S. 67 ff.

erhalten ihre charakteristische Form wohl erst unter dem Einfluss ausgiebigerer Muskelcontractionen. Die Linea aspera zeigt sich als leichte Hervortreibung; ein Trochanter minor ist noch nicht zu erkennen.

Das distale Ende des Femur ist nach aussen und etwas nach unten gerichtet. Zwischen den weit hervorstehenden Condyli zeigt sich am Modell eine besonders tiefe Fossa intercondyloidea, die nach hinten durch die Tibia abgeschlossen wird; der Ort der Epicondylen ist nachweisbar. Das Planum popl. stellt eine seichte Grube dar und entspricht der Form am Neugeborenen.

Das Femur bedarf zur Erlangung seiner endgültigen Form fast ausschliesslich des Längenwachsthums und der Modellirung durch die Muskeln.

Die Patella habe ich am Modell nicht angegeben, da sie nicht echtes Knorpelgewebe aufweist und sich im Uebrigen wie ein Sesambein verhält, das nur im Zusammenhang mit dem Muskelsystem verständlich wird.

Tibia: Das proximale Ende der Tibia ist schon jetzt erheblich dicker, als das Capitulum radii; der Schaft ist leicht gekrümmt mit der Convexität nach aussen und entspricht in seiner Krümmung genau der äusserlich sichtbaren Oberflächenbiegung des Unterschenkels; auch liegt er der äusseren Haut dicht an. Das proximale Ende articulirt mit dem Femur und enthält zwei rundliche Gelenkflächen für die Condyli; zwischen diesen erkennt man eine Fossa intercondyloidea.

Das distale Ende der Tibia unterscheidet sich in seiner Dicke von dem Ende der Fibula nicht so sehr, wie am fertigen Knochen und hat bereits seine charakteristische Form; man unterscheidet schon jetzt einen ausgesprochenen Malleolus medialis, desgleichen eine typische Facies articularis inf.

Tibia und Fibula berühren sich am distalen Ende nicht; der Zwischenraum ist mit weichem Bindegewebe ausgefüllt, das wohl nicht gut als selbstständige Knorpelanlage (Intermedium tarsi von Bardeleben) gedeutet werden kann.

Die Tibia erreicht ihre endgültige Form dadurch, dass sich ihre jetzigen Durchmesser im quadratischen Verhältniss vergrössern.[1]

Die Fibula übertrifft am Modell nur wenig die Grösse des dritten Mittelhandknorpels. Ihr proximales Ende legt sich noch unmittelbar an den Condylus lat. femoris an. Der Apex fibulae lässt sich in diesem Stadium noch mit dem Olecranon ulnae vergleichen; wie dieses, so steigt auch der Apex hinter dem Condylus lateralis empor. So wird man auf die Vermuthung gebracht, dass die Fibula und Ulna aus zwei ursprünglich gleichwerthigen Anlagen hervorgegangen seien.

---

[1] Die engste Stelle an der Diaphyse beträgt jetzt $^1/_3$ der Längsaxe; im endgültigen Stadium verhalten sich diese beiden Durchmesser wie 1 : 9. — Der Durchmesser der beiden Condylen verhält sich zur Längsaxe wie 1 : 2, im endgültigen Stadium wie 1 : 4; an den übrigen Knochen sind die Zahlenverhältnisse nicht so einfach.

Das Capitulum fibulae wird erst später durch die sich verbreiternde Tibia seitlich verdrängt und seine Gelenkfläche rutscht dann an der Tibia hinunter.

Das distale Ende der Fibula zeigt seine typische Gestalt, einen ausgebildeten Malleolus lateralis und eine der endgültigen entsprechende Gelenkfläche.

Der Querschnitt des Schaftes der Fibula ist noch rund; die scharfen Kanten scheinen sich erst später unter dem Einfluss der Muskeln zu entwickeln.

Fuss: An der äusseren Form der unteren Extremität des Embryos *SO* fällt uns auf der Plantarseite unterhalb der leicht erkennbaren Zehenwülste eine mässige Verdickung auf, die man leicht fälschlich der Musculatatur des Hallux zuschreiben könnte. Ein Vergleich mit dem Modell belehrt uns aber, dass an dieser Stelle die knorpelige Anlage des Calcaneus der äusseren Haut hart anliegt und diese Hervortreibung veranlasst.

Die äussere Form des Fusses unterscheidet sich nur wenig von der äusseren Form der Hand; ausser obiger Hervortreibung finden wir als charakteristisch für den Fuss noch auf der Dorsalseite eine seichte Rinne in der Gegend des Sprunggelenkes und eine zweite, weniger ausgesprochene, die ungefähr dem freien Raum zwischen Tibia und Fibula entspricht.

Die Knorpel des Tarsus zeigen alle schon ihre definitive Form. Das Tuber calcanei ragt weit lateralwärts hervor, ebenso die Tub. oss. cuboidei und der V. Mittelfussknochen. Die Knorpel zeigen unter sich schon fast vollständig die endgültigen Lagebeziehungen; auch die Gelenkflächen sind schon ausgeprägt. Hierin weicht die Fusswurzel also ganz erheblich von der Handwurzel ab, bei der, wie oben gezeigt wurde, zur definitiven Lagerung der Knorpelstücke noch erhebliche Verschiebungen vor sich gehen müssen Dieser Umstand erschwert natürlich eine Homologie mit der weniger entwickelten Handwurzel ungemein.

Trotzdem lassen sich auf Grund der jetzigen Lagebeziehungen der Knorpel einige Aehnlichkeiten zwischen Hand und Fuss nachweisen:

Dem zwischen Ulna und Radius eingekeilten Lunatum entspricht am Fuss der Talus; den beiden mit der Ulna articulirenden Knorpeln Triquetrum plus pisiforme entspricht am Fuss der Calcaneus, der in diesem Stadium in weiter Ausdehnung mit der Fibula articulirt;[1] die Fibula wird dann aber bald durch den seitlich sich ausdehnenden Talus verdrängt.

Ein früheres Stadium wäre für die Homologisirung jedenfalls wesentlich günstiger gewesen. Unter den Schnittreihen einzelner Füsse von menschlichen Embryonen, die ich daraufhin angesehen habe, fand sich leider das

[1] Wahrscheinlich wird aus dieser Gelenkfläche die spätere Facies art. post.

gewünschte Stadium nicht, so dass ich an dieser Stelle auf eine präcise Durchführung einer Homologie auf Grund von Lagebeziehungen während der Entwickelung verzichten muss.

Bei der Durchsicht der Schnitte fiel mir auf, dass sich das Fussgewölbe schon verhältnissmässig früh bildet. Auf Schnitten, die parallel zur Plantarseite des Fusses gelegt sind, bilden die Knorpel eine X-Form, deren einer Schenkel vom Tuber calcanei zur Grosszehenspitze, der andere vom Talus zum Cuboideum und zur Kleinzehenspitze führt. Beide Schenkel treffen sich im Naviculare; wäre dieses nicht an dieser Stelle, sondern beispielsweise in der ersten Reihe, so würde die X-Form unkenntlich und die Wölbung würde verschwinden.

Metatarsus und Phalangen: Wegen der Kleinheit der Verhältnisse am Fuss gelang mir die plastische Darstellung der zweiten Fusswurzelreihe lange nicht so gut, wie die Handwurzel. Noch mehr wurde die plastische Darstellung der Metatarsalknorpel und Phalangen dadurch erschwert, dass die Schnittrichtung parallel zur Axe der Phalangen ging, so dass jeder Metatarsalknorpel und jede Phalanx nur 2 bis 3 Mal vom Schnitt getroffen war; die Phalangen habe ich daher am Modell ganz weggelassen.

Die Metatarsalknorpel entsprechen in ihrer Form den Metacarpalknochen, sind aber an Grösse erheblich hinter jenen zurückgeblieben.

Die Phalangen des Fusses entwickeln sich ebenso wie an der Hand, durch Apposition (Phalangenwachsthum).

Sesambeine des Fusses habe ich am Modell nicht angegeben, aus denselben Gründen, wie oben.

D. Schädel.

Das Modell des Schädels des Embryos *80* erinnert namentlich in der Seitenansicht an gewisse Chondrocranien von Selachiern, wie sie uns durch die Abbildungen von Parker[1] und Gegenbaur[2] wiedergegeben werden. Dazu tragen vor allem bei: die flache Gestalt des gesammten Knorpelcraniums, das scharf hervortretende Rostrum, die plagiostomenartige Breite der Lücke zwischen dem Unterkieferbogen (Meckel'schem Knorpel) und dem übrigen Kopfskelet.

Der Meckel'sche Knorpel erscheint als erster und bedeutendster Visceralbogen; er endigt beiderseits vor der durch ihre Mächtigkeit auffallenden Gehörkapsel.

---

[1] Parker und Bettany, *Morphologie des Schädels.* Deutsche Ausgabe von Vetter. Stuttgart 1879. S. 37 u. 40.

[2] Gegenbaur, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere.* Heft III. Das Kopfskelet der Selachier. Leipzig 1872. Taf. X ff.

Die auf die Gehörkapsel folgende und durch eine Spalte von ihr getrennte Occipitalgegend ist durch ein solides Basalstück und zwei daran anschliessende, schlank auslaufende Schuppen wohl charakterisirt.

Nach vorn erhebt sich aus dem Gebiet des Keilbeinkörpers eine ziemlich steil aufsteigende Wand, die hintere Sattellehne, die sich zur ferneren Orientirung am knorpeligen Schädel sehr nützlich erweist.

Von der vor der Sattellehne liegenden Fläche gehen beiderseits mit dünnem Stiel die myrthenblattähnlich geformten Alae minores ab; von den grossen Keilbeinflügeln ist noch nichts zu sehen. Das Rostrum, die Anlage der späteren Vomer umschliessend, beginnt als dicke, unten etwas abgeflachte Masse am vorderen Keilbeinkörper. Nach vorn verdünnt es sich zu einer vertikal stehenden Platte, die nach obenhin sich zuschärft.

Von der Sattellehne nach vorn fällt die Fläche steil ab bis zu der Stelle wo das gewaltige Rostrum beginnt, dessen Längenaxe mit der Richtung der Sattellehne einen fast rechten Winkel bildet.

Bei der Ansicht von vorn sieht man auf die beiden Gehörkapseln, die den ganzen seitlichen Bezirk einnehmen. Ihre Basis ist annähernd horizontal gerichtet; ihre obere Fläche steigt dagegen von der Mitte nach der Seite hin empor, so dass die oberste Spitze die dahinter gelegenen Occipitalschuppen fast ganz verdeckt. Am Uebergang von der vorderen zur oberen Fläche zeigt der Gehörknorpel einen tiefen Einschnitt für den Durchtritt des N. facialis; zwei spitze Knorpelfortsätze legen sich darüber weg, ohne zusammen zu treffen.

Der mittlere Bezirk bei der Ansicht von vorn wird von der vertikalstehenden Sattelfläche eingenommen, deren Beziehungen einerseits zur Sattellehne, andererseits zur Basis des Rostrums oben hervorgehoben wurden.

Hinter dem ersten knorpeligen Visceralbogen (dem Meckel'schen Knorpel) folgen ein zweiter und dritter. Beide sind schlanke Knorpelstäbe, deren mediale Enden zu einem gemeinsamen Mittelstück verschmolzen sind. Die Krümmung der drei Visceralbogen ist eine auffallend gleichmässige; der zweite Bogen ist bedeutend länger als der dritte.

Die Knorpelcentren des Schädels.

Die verschiedenen Knorpelanlagen des Schädels sind nicht gleich weit in der Entwickelung fortgeschritten. Während der Knorpel in dem hinter der Sattellehne gelegenen Bezirk eine zusammenhängende gleichmässige Masse bildet, können im vorderen Schädelabschnitt noch gesonderte Knorpelcentren nachgewiesen werden, die gegen einander durch weniger differenzirtes Vorknorpelgewebe abgegrenzt sind.

Dass es sich hier nicht um Ossificationscentren handelt, geht aus der Beschaffenheit des Gewebes und aus dem noch frühen Stadium des Embryos hervor. In dieser Annahme bestärkt mich auch der Umstand, dass, wie frühere Forscher[1] gefunden haben, bei viel älteren Embryonen aller Knorpel des Schädels fest an einander gefügt ist und keine Spur einer Eintheilung in verschiedene Centren erkennen lässt. Auch sollen die Knochencentren für das Keilbein erst im fünften Monat entstehen.[2]

Die Spalten zwischen den einzelnen Knorpelcentren werden durch Vorknorpelgewebe ausgefüllt, das sich nur wenig vom Knorpel unterscheidet. Ich musste es mit modelliren; und so kann man sich am fertigen Modell keine Vorstellung der einzelnen Bezirke machen. Ich habe mir daher ein Modell der Knorpelcentren aus Thon hergestellt und versucht, in Taf. I, Fig. 3 und 4, eine plastische Zeichnung desselben anzufertigen.

Im vorderen Schädelbezirk sind fünf gesonderte Knorpelcentren zu unterscheiden, von denen zwei paarig, eins unpaarig erscheint: es sind zwei hintere und zwei vordere Keilbeincentren und das Centrum des Rostrums.

Das hintere Paar dehnt sich nach hinten noch ein Stück weit (am Modell 1 cm) unter der Sattellehne aus, ist also in seinem hinteren Abschnitt sicher noch parachordal zu nennen, da ja die Chorda dorsalis bis in die hintere Sattellehne zu verfolgen ist. Von dem darübergelegenen Gewebe der hinteren Sattellehne sind diese Knorpelkerne nicht sehr scharf abgegrenzt; es fehlt eine vorwiegend bindegewebige Grenzschicht. Man kann aber den abgesonderten Bezirk an der Anordnung der Knorpelzellen leicht erkennen; das Centrum kennzeichnet sich durch besonders grosse Zellen, während diese nach der Peripherie des Bezirkes kleiner und flacher werden.

Vor der Sattellehne sind die beiderseitigen Knorpelbezirke des hinteren Keilbeins mit einander verschmolzen. Hart an der lateralen Grenze des Knorpels verläuft die Carotis interna, welche gerade an der Verschmelzungsstelle einen nach der Mitte convexen Bogen beschreibt. Ueber der Verschmelzungsstelle liegt die Hypophyse und weiter ventralwärts das Chiasma.

Die Knorpelcentren des vorderen Keilbeins bilden zwei beinahe kugelrunde Hauptmassen mit einem Durchmesser von $1^1/_2$ cm; seitlich zeigen sie beide die Ala minor als einen wunderlich geformten Fortsatz. Auf einem kurzen, an der Basis verdickten Stiel sitzt ein flächenhaftes Knorpelgebilde, das ich oben mit einem Myrthenblatt verglichen habe. Die Ebenen

[1] W. v. Noorden, Beitrag zur Anatomie der knorpeligen Schädelbasis menschlicher Embryonen. *Dies Archiv*. 1887. S. 241 ff.

[2] Rambaud hat für das Keilbein allein 9 bis 11 Knochenkerne angegeben, die nicht mit meinen Knorpelcentren übereinstimmen.

der beiden Blätter sind schräg gerichtet, so dass sich die Fortsetzungen derselben hinter der Sella turcica in der Medianlinie des Schädels treffen würden. Die Ala zeigt also eine obere und eine untere nach vorn und medialwärts geneigte Fläche.

Augapfel und Weichtheile der Orbita befinden sich in diesem Stadium noch sehr weit seitlich. Bei der Ansicht von vorn werden sie theilweise von der Ala minor überdeckt. Nach oben stösst die letztere unmittelbar an die Gehirnhäute an; direkt über ihr verläuft der Hauptstamm der Carotis int. in schräger Richtung nach aussen, so dass man im vordersten Abschnitt schon von einer Art. fossae Sylvii (cerebri media) reden kann.

An der vorderen unteren Kante des Knorpelfortsatzes befindet sich zwischen Blatt und Stiel ein scharfer Einschnitt, durch den der N. opticus nach dem Bulbus tritt.

Die ersten knorpeligen Anlagen stimmen, wie man sieht, mit den späteren Verhältnissen der Ala minor im Wesentlichen überein. Der Stiel des knorpeligen Fortsatzes entspricht dem zwischen For. opticum und Fiss. orb. sup. gelegenen Stiel des kleinen Keilbeinflügels, während das blattartige Gebilde in die obere und mediale Begrenzung der definitiven Orbita übergeht. Ueberall zeigt es innigen Anschluss an die Bindegewebsmassen der Gehirnhäute, so dass man das Knorpelgebiet noch nicht scharf abgrenzen kann.

Das vordere Paar der Keilbeinknorpel ist noch nicht verwachsen. Zwischen den beiden Centren tritt in der Medianlinie ein bindegewebiges, schlauchförmiges Gebilde beinahe in senkrechter Richtung bis zum Rachenepithel herab, wo es in einer breiten Endplatte endigt (Schnitt 132). Das Gebilde enthält im Inneren unregelmässige degenerirte Zellen. Schnitt 12 des fast gleichalterigen Embryos *S* (sagittal) zeigt an dieser Stelle deutlich den Ausführungsgang der Hypophyse, der also in dem Stadium des Embryos *SO* noch nachzuweisen ist.

Nach vorn schliesst sich an das Knorpelpaar des vorderen Keilbeinknorpels eine unpaarige Anlage, als vorderster Abschnitt des Knorpelschädels an. Dieser Knorpel, das Rostrum, dessen Beschreibung schon oben gegeben wurde, stösst mit breiter Basis an die vorderen sowohl als auch an die hinteren Keilbeinknorpel an. Das Rostrum läuft nach vorn und oben in eine feine Platte aus, die mit dem späteren Ethmoidalgebiet in Beziehung tritt. Seine untere Kante ist erheblich verdickt und liegt der Schleimhaut des Mundrachenraumes unmittelbar an (Tafel I, Fig. 4 und Tafel II, Fig. 11).

Die obere Kante des Rostrums geht etwas weiter vorn wieder in ein kleineres keilförmiges Gebilde über, dessen Basis dem Gehirn zugekehrt ist und das zu beiden Seiten mit den vorknorpelig angelegten Nasenmuscheln

im Zusammenhang steht. Dies ist die eigentliche Ethmoidalanlage, die aber auf dieser Stufe noch nicht fertigen Knorpel aufweist; die Lamina cribrosa ist fast um die doppelte Höhe des Rostrums von diesem entfernt.

Dadurch, dass das unpaare Rostrum nach oben von dem vorknorpeligen Ethmoidale, nach unten direct von dem Rachenepithel begrenzt wird, charakterisirt es sich als Vomeranlage; ein weiterer Beweis für diese Identität ist seine topographische Beziehung zum Keilbein, sowie die steile Richtung seiner Längsaxe, schliesslich auch seine typische Gestalt.[1]

Von der Sattellehne dorsalwärts bis zum For. occ. magnum zeigt der Knorpel der Schädelbasis am Embryo *SO* eine zusammenhängende Masse (Basilarplatte), die in diesem Stadium keine Trennungsschichten zeigt.

Auf früheren Stufen kann man dagegen in diesem Gebiet zwei Paare bilateraler Centren unterscheiden, welche bald in der Längsrichtung, später auch in der Medianlinie verschmelzen. Die vordere, grössere Anlage stellt die länglichen, von Parker als Parachordalia bezeichneten Knorpelstücke dar, die bald zu den Gehörkapseln in Beziehung treten. Die hinteren kleineren Centren hat schon Froriep als eine gesonderte Occipitalanlage (Occipitalwirbel) beschrieben, deren Vorhandensein ich an den jüngsten Embryonen, die mir zu Gebote standen, Embryo *N* und Embryo S_1, bestätigen kann; von Parker ist ein gesonderter Occipitalwirbel beim Schwein und den Selachiern beobachtet worden.

Die quere Trennungsschicht zwischen Parachordalia und Occipitalwirbel verschwindet indessen sehr bald, während die mediane noch längere Zeit bestehen bleibt; an dem Modell sieht man als letzten Ueberrest der medianen Trennung eine an der Unterseite der Schädelbasis sichtbare mediane Längsfurche.

Die vier letzteren Centren treten zu einer Zeit hervor, wo im praechordalen Gebiete noch keine Knorpelcentren nachweisbar sind und sind daher älter als jene.

Die in den verschiedenen Stadien beim menschlichen Embryo nachweisbaren Knorpelcentren sind:

Basilarplatte:

1. Zwei bilaterale Centren, späteres Occipitale (hinterer Trabekel nach Parker).

2. Zwei bilaterale Centren, die mit den Gehörkapseln in Verbindung treten (Parachordalia).

---

[1] Auch beim ausgebildeten Vomer grenzt die breitere Kante an die Rachenschleimhaut.

Trabekelplatte (vorderer Schädelbalken nach Rathke):

3. Zwei bilaterale Centren im hinteren und unteren Abschnitt des Keilbeinkörpers.

4. Zwei bilaterale Centren im vorderen oberen Theil des Keilbeinkörpers nebst den Alae minores.

5. Ein unpaarer, medial gelegener Fortsatz (Vomer).

Beschreibung des Schädels.

Occipitale. Das Occipitale zeigt sich am Modell als eine directe Fortsetzung der Wirbelsäule; seine Schuppen verhalten sich wie die hinteren Fortsätze der Wirbel.

Man könnte wegen der enormen Grösse der Schuppen Zweifel hegen, ob es sich da um Bildungen handele, die den hinteren Fortsätzen der Wirbel gleichwerthig seien, indessen sind die Fortsätze des Atlas und Epistropheus denen der übrigen Halswirbel auch schon erheblich an Grösse überlegen.

Die Schuppen verlaufen vollständig frei und articuliren nur theilweise an der Wurzel mit dem Atlas (ebenso Halswirbelfortsätze, s. oben).

Der N. hypoglossus wird in diesem Stadium von dem wuchernden Knorpel an der Wurzel der Schuppen überbrückt und erhält auf diese Weise seinen selbstständigen Austritt.

Im Vorknorpelstadium (Embryo S_1) ist der Canalis hypogl. noch nicht gebildet, der Nerv verläuft da noch seitlich von den Körperanlagen des Occipitale und verlässt die Kopfregion zusammen mit IX, X und XI.

Der Canalis hypogl. ist ursprünglich als eine nach vorn offene Rinne vor der Wurzel der Occipitalschuppe angelegt; in gleicher Weise, aber weiter lateralwärts, bildet sich auch die Incisura jugularis. Die Stellung beider Rinnen zu einander entspricht der medialen Durchtrittsstelle der Hypoglossuswurzel und der lateralen der Accessorius-, Vagus- und Glossopharyngeuswurzel durch die Gehirnoberfläche. Beide Rinnen zusammen genommen entsprechen dem Sulcus n. spinalis der Wirbel. Die Umbildung des Sulc. hypogl. zu einem Canal geschieht als secundäre Ueberbrückung durch eine Knorpelspange.

Die Occipitalschuppen stellen zur Zeit den am höchsten heraufreichenden Bogentheil des Primordialschädels dar.

An der Wurzel der Schuppen ist ein Emissarium condyloideum deutlich nachzuweisen. Der Rand, welcher später das For. occip. magnum begrenzt, ist schon jetzt deutlich gewulstet.

An der vorderen Kante der Schuppen sind schon alle Eigenthümlichkeiten ausgebildet, z. B. Proc. jug. und intrajugularis. Das Foramen jug.

nimmt in diesem Stadium die volle Breite des Primordialschädels ein. Es sind nämlich die Venen mächtig entwickelt und verhindern vorerst eine Verwachsung der Occipitalschuppe mit dem Gehörknorpel.

Die Condyli laterales bilden die Hauptmasse des Occipitalknorpels; sie liegen über den Massae laterales des Atlas; im Vorknorpelstadium (Embryo S_1) finden sich an dieser Stelle auch die bilateralen Knorpelcentren. Auf der Stufe des Embryos *SO* haben die Condylen schon ihre endgültige Gestalt erreicht und articuliren in ausgedehnter Weise mit dem Atlas.

Gehörgegend. Die Gehörkapsel ist schon auf früher Stufe mit den Parachordalia verschmolzen; letztere verbinden sich an ihrem cranialen Ende zur Bildung der hinteren Sattellehne. Der grösste Theil des Clivus bildet also mit dem knorpeligen Felsenbein ein einheitliches Gebiet.

Am ausgebildeten Schädel ist das Felsenbein vom Keilbein und Occipitale durch eine Spalte getrennt, die vom For. jug. bis zum For. lacerum hinzieht; am Modell ist von einer sagittalen Spalte an der Stelle nichts zu sehen.

Wir unterscheiden in der Mittelzone (Gehörgegend) einen medialen Bezirk, der den Parachordalia entspricht, und zwei seitliche, welche die Gehörkapseln und deren Anschlussstücke umfassen. Die Gehörkapseln sind gleich gerichtet, wie die Occipitalschuppen und sind, wie diese, den Bogenstücken der Wirbel zu vergleichen.

Auch hier liegt die Furche für die austretenden Nerven an der vorderen Kante des Wurzelstückes und entspricht dem Sulcus n. spinalis der Wirbel, mit der Modification allerdings, dass der medialste Abschnitt des Labyrinthes, die Schnecke, noch diesseits von der Furche zu liegen kommt. Die Furche, die dem späteren Falloppi'schen Canal entspricht, klafft noch in ihrer ganzen, zur Zeit unbeträchtlichen Länge bis zur Schädelbasis hin. Zwei in der halben Länge des Canales befindliche Spitzen bereiten die Bildung einer Brücke vor.

Der Facialis liegt vorn, der Acusticus hinten, das Gangl. geniculi dicht unter dem Einschnitt vor dem Knorpel.

In der Folge werde ich die Gehörgegend als Gehörwirbel bezeichnen, wobei die Parachordalia dem Wirbelkörper, die Felsenbeine den Wirbelbogen entsprechen; dabei halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass die Parachordalia aus mehreren Metameren verschmolzen sind und vielleicht vergleichend-anatomisch verschiedene Wirbelgebiete umfassen.

Vor dem Knorpel müssen sich die später von ihm umschlossenen Nerven entwickeln und diese werden bei der nachfolgenden Umgestaltung des Knorpels entsprechende Umlagerungen erfahren müssen.

Es ist interessant, dass in diesem Stadium, wo der Knorpel ungleichmässig wächst, noch keiner der kleineren Nerven vom Knorpel des Felsen-

beines umschlossen ist. Die Paukenhöhle ist z. B. noch oberflächlich gelegen und zudem von einem mächtigen Venensinus durchzogen, der dem Wachsthum des Knorpels an dieser Stelle ein Ziel setzt und die knorpelige Umschliessung des Paukengeflechtes verhindert.

Mit der Vergrösserung der Knorpelbrücke über dem Nerveneinschnitt wird das Gangl. gen. immer mehr nach rückwärts verlegt, worauf dann auch die kleineren Nerven, die zu ihm hinziehen, vom Knorpel eingeschlossen werden.[1]

An der vorderen Kante des Felsenbeines, nahe dem Stammgebiet der Parachordalia, finden wir am Modell beiderseits einen Canalis caroticus; er ist von vorn her von einer Knorpelspange überbrückt, die sowohl in ihrer Lage, wie in ihrer Grösse an die Spangen erinnert, die bei den Halswirbeln die Art. vertebralis umschliessen.

Der Canalis caroticus lässt sich verhältnissmässig früh nachweisen, ist aber von v. Noorden bei der Bearbeitung viel älterer Embryonen nicht aufgefunden worden.[2]

Dass es sich aber wirklich hier um den Canalis caroticus handelt und nicht, wie man vielleicht wegen der centralen Lage vermuthen könnte, um den Vidi'schen Canal, wird aus dem weiteren Verlauf der eingeschlossenen Arterie (Carotis int.) klar. Diese Verhältnisse treten besonders schön auf Schnitt 121 des Embryos *SO* (Taf. II, Fig. 11) hervor. Der N. vidianus zieht unmittelbar unter der Knorpelspange vorbei. Bei dem allgemeinen Wachsthum der vorderen Kante des knorpeligen Felsenbeines verbreitert sich auch die Carotisspange immer mehr; sie formt sich späterhin nach dem davor gelegenen Gangl. Gasseri (Impr. trigemini).

Bei der Ansicht von unten sieht man auf die Paukenhöhle; sie bildet eine tiefe Ausbuchtung des Knorpels, die lateralwärts von einem niedrigen Proc. mastoideus, medialwärts von der knorpeligen Schnecke begrenzt wird; auf dem Grunde der Höhle bemerkt man die Fen. ovalis. Die Gehörknöchelchen sind schon vorhanden; wegen der geringen Vergrösserung des Modelles habe ich sie aber nicht mit Sicherheit darstellen können und daher weggelassen. Der Theil des Felsenbeines, der die feinen Nervenaustritte enthält, ist in diesem Stadium noch nicht entwickelt; im Uebrigen bietet die untere Fläche des Felsenbeines keine Besonderheiten.

Die dorsal gerichtete Kante des Felsenbeines ist in diesem Stadium schon fertig ausgebildet; namentlich gilt dies von der Begrenzung des For. jugulare. Hier zeigt sich an der Stelle der Vene (Fossa jug.) etwas medial-

---

[1] Diese bleiben aber möglichst lange an der Knorpeloberfläche.

[2] v. Noorden betont ausdrücklich, dass ein Carotiscanal noch nicht existire; sein Modell habe ich nicht gesehen.

wärts eine weite Oeffnung für den Canaliculus cochleae, unmittelbar daneben ein leichter Eindruck für das Gangl. petrosum. Die ganze Spalte ist also von Gefässen ausgefüllt, woraus wir uns erklären können, dass sich die angrenzenden Knochenpartieen nicht mehr wesentlich verändern.

Lateralwärts vom For. jugulare reicht die Occipitalschuppe bis hart an den Gehörknorpel heran (Proc. jugularis); am Modell ist aber noch keine Verwachsung nachzuweisen.

An der oberen lateralen Kante verjüngt sich der Gehörknorpel zur ersten Anlage einer Squama temporalis, deren Basis also sicher knorpelig vorgebildet wird.

Im Stammgebiet (Parachordalia) treten in der Folge keine nennenswerthen Veränderungen mehr auf. Oben legt sich die Brücke dem Knorpel eng an; nach unten wird das Gebiet von einem dichten Venengeflecht der Rachenhaut begrenzt, so dass nach dieser Richtung eine wesentliche Ausdehnung des Knorpels nicht stattfinden kann; nur an der Grenze der Occipitalanlagen lässt sich ein median gelegener Wulst nachweisen (Tub. pharyngeum).

Die Chorda verläuft im Gebiet des Gehörwirbels, meist ausserhalb des Knorpels, und steigt erst etwa 1 cm hinter der Sattellehne in schwachem Bogen durch die Knorpelmasse nach der Hypophyse empor.

Die hinteren Keilbeinanlagen bestehen, wie oben erwähnt, aus zwei bohnenförmigen Knorpelcentren, die nach vorn in der Mittellinie verwachsen sind. Die Verwachsung findet an der Stelle statt, wo die Carotis int. aussen hart dem Knorpel anliegt und sich dann in einem Bogen nach aussen wendet (Art. cerv. media).

Auf der oberen Fläche liegt die Hypophyse und das Chiasma n. opt., welche hier eine Weiterausdehnung des Knorpels verhindern.

Zu beiden Seiten wird der Raum der späteren Alae magnae noch durch mächtige Venensinus, durch die zum Auge hinziehenden Nerven und durch das mächtige Gangl. Gasseri ausgefüllt. Von den Alae magnae finde ich in diesem Stadium noch keine Spur, so dass ich über die Art ihrer Entstehung nichts sagen kann.

Auf der unteren Fläche des Stammgebietes finden sich 2 Höcker, die den hinteren Enden der Knorpelcentren entsprechen; hier ist wahrscheinlich die Stelle, von wo aus sich die Proc. pteryg. entwickeln.[1]

Das vordere Ende der hinteren Keilbeinanlagen wird wahrscheinlich später zum Rostrum sphenoidale. Jedoch kann ich dies nicht sicher behaupten, bevor ich spätere Stadien modellirt habe.

---

[1] v. Noorden fand bei seinen Embryonen einen ausgebildeten Proc. pteryg.

Die vorderen Keilbeinanlagen bestehen, wie oben erwähnt, aus zwei kugeligen Knorpelcentren zu beiden Seiten der Hypophyse. Hier tritt die Wirbelähnlichkeit wieder besser hervor.

Von dem Körpergebiet erheben sich nach oben zwei Fortsätze, welche auch wieder an ihrer vorderen Kante einen Einschnitt für den austretenden N. opticus enthalten, der an der Wurzel des Fortsatzes gelegen ist und dem Sulcus nervi spinalis an den Wirbeln entspricht.

Die Körperanlagen zeigen sich noch am ausgebildeten Knochen an der Oberfläche als zwei Höcker (Proc. clinoidei medii), ein Beweis dafür, dass sie wahrscheinlich nie ganz verschmelzen. Die Knochencentren stimmen in diesem Falle mit den Knorpelcentren überein.[1]

Wann und wie die ersten Beziehungen zum Ethmoidalgebiet auftreten, ist mir unbekannt. In dem Stadium des Modelles ist das Nasengebiet noch weit vom Keilbein entfernt und ruht ganz und gar auf dem von mir als Vomer bezeichneten unpaaren Fortsatze des Chondrocraniums.

Der Vomer bildet den vorderen Abschluss der Stammknorpel.

Grösse (*Nl*) der bearbeiteten Embryonen.

Embryo	*N*	=	10·9 mm
„	S_1	=	12·5 „
„	*δ* (sagittal)	=	13 „
„	*Zr*	=	?
„	*CR*	=	13·6 „
„	*Ob*	=	16 „
„	*SO*	=	17 „
„	*z*	=	22 „
„	*Mr*	=	22·5 „

[1] Die übrigen von Rambaud und Renault angegebenen Knochenkerne des Keilbeines verhalten sich aber nicht ebenso als selbstständige Knorpelcentren.

Litteraturverzeichniss.

Aeby und Burtscher, Das Wachsthum der Extremitäten beim Menschen. *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1877. Bd. II. S. 357.

Aeby und Ravenel, Die Maassverhältnisse der Wirbelsäule. *Ebenda.* 1877. S. 384.

v. Bardeleben, Hand und Fuss. Ref. in *Verhandl. d. anat. Ges.* 1894. S. 257 ff.

Baur, Morphologie des Tarsus der Säugethiere. *Morphol. Jahrb.* Bd. X.

Disse, Skeletlehre. v. Bardeleben's *Handbuch der Anatomie.* 1896.

Emery, Zur Morphologie des Hand- und Fussskelettes. *Anat. Anz.* 1890. S. 283.

A. Froriep, Wirbelsäule. *Dies Archiv.* 1883. Anat. Abthlg. S. 177; 1886. S. 122.

Gegenbaur, *Das Kopfskelet der Selachier.* Leipzig 1872.

Derselbe, Die Metamerie des Kopfes u. s. w. *Morphol. Jahrb.* 1888. Bd. XIII.

Derselbe, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* 1892.

Hepburn, Development of diarthrodial joints etc. *Journal of Anat. and Phys.* 1889. Vol. XXXIII. S. 507.

O. Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte.* Jena 1890.

W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* Leipzig 1880—1885.

Derselbe, Häute und Höhlen. *Akad. Progr.* Basel 1865.

Derselbe, *Untersuch. über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* Leipzig 1868.

Derselbe, Ueber die Anfänge des peripheren Nervensystemes. *Dies Archiv.* 1879. Anat. Abthlg. S. 456.

Derselbe, Zur Geschichte des Gehirns. *Abhandl. der math.-phys. Classe der kgl. sächs. Gesellsch. der Wissensch.* 1888. Bd. XIV.

Derselbe, Allgem. Morphologie d. Gehirns. *Dies Archiv.* 1892. Anat. Abthlg. S. 346.

A. v. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte.* Leipzig 1879.

Derselbe, *Handbuch der Gewebelehre.* Leipzig 1855.

A. v. Kölliker und O. Schultze, *Grundriss der Entwickelungsgeschichte.* 1897.

Kollmann, *Entwickelungsgeschichte des Menschen.* 1898.

Leboucq, Sur la morphologie du carpe chez les mammifères. *Bull. de l'Acad. de Belgique.* 3 Série. T. XVIII. p. 1.

Derselbe, Recherches sur les variations de la première côte chez l'homme. *Ac. de Belgique Mémoires couronnés etc.* T. LV. 1896.

v. Mihálkovics, Wirbelsaite und Hirnanhang. *Archiv für mikroskop. Anatomie.* 1875. Bd. XI. S. 389.

Minot, *Lehrbuch d. Entwickelungsgeschichte.* Uebers. von S. Kästner. Leipzig 1894.

W. v. Noorden, Beitrag zur Anatomie der knorpeligen Schädelbasis menschlicher Embryonen. *Dies Archiv.* 1887. Anat. Abthlg. S. 241.

Parker, *Morphologie des Schädels.* London 1879.

Petersen, Untersuchungen zur Entwickelungsgeschichte des menschlichen Beckens. *Dies Archiv.* 1893. Anat. Abthlg. S. 67.

Poirier, *Traité d'anatomie humaine.*

Rambaud et Renault, *Origine et développement des os.* Paris 1864.

Rathke, *Entwickelungsgeschichte der Natter.* Königsberg 1839.

Rauber, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Leipzig 1893.

Sewertzoff, Acanthiasschädel. *Bull. de la Soc. imp. de Moscou.* 1895.

Spalteholz, *Atlas der Anatomie.* Leipzig 1898.

Wiedersheim, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie.* Jena 1883.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I u. II.)

Der Maassstab der Zeichnungen beträgt ³/₄ der Modellgrösse.

Taf. I.

Fig. 1. Schädel des Modells, von vorn gesehen.

Fig. 2. Derselbe, von oben gesehen.

Fig. 3. Vereinfachtes Thonmodell der Knorpelcentren, von oben gesehen.

Fig. 4. Dasselbe, im Profil gesehen.

Fig. 5. Linker Schultergürtel und obere Extremität, von der Dorsalseite her.

Taf. II.

Fig. 6. Linker Schultergürtel und obere Extremität, von vorn gesehen.

Fig. 7. Linkes Becken und untere Extremität, von der medialen Seite her gesehen.

Fig. 8. Dasselbe, in der lateralen Ansicht.

Der Lymphapparat der Nieren.

Von

Dr. Hermann Stahr,
ersten Assistenten des anatomischen Institutes.

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

(Hierzu Taf. III u. IV.)

„Jedes Urtheil über Sein oder Nichtsein kleinster Gefässe hat in suspenso zu bleiben, bis das einzige Mittel, es mit Berechtigung zu fällen, mit unumstösslichem, weil handgreiflichem Erfolg zur Anwendung gebracht wurde. Dieses einzige Mittel ist die Injection."
J. Hyrtl, 1860.

I. Capitel.

Standpunkt und Aufgabe.

Die bedeutende Rolle, welche die „aufsaugenden Gefässe" im Haushalte des thierischen Organismus spielen, lässt sie immer wieder — auch in neuester Zeit — zum Gegenstande scharfsinniger Untersuchungen Seitens der Physiologen werden; sie treibt auch den Anatomen, welcher sich einmal mit der Untersuchungstechnik vertraut gemacht hat, stets von Neuem an, Beiträge über die morphologischen Verhältnisse des Lymphsystems zu liefern, welche gerade wegen der noch schwebenden Fragen auf physiologischem Gebiete grosses Interesse besitzen.

Nicht zum Wenigsten haben die Bemühungen, die D. Gerota (Berlin-Bukarest) der Vervollkommnung der Injectionsmethode gewidmet hat, dazu beigetragen, dass die makroskopischen Verhältnisse, die Verbindungen der einzelnen peripherischen Gebiete mit ihren regionären Lymphdrüsen und die Lage dieser selbst, erneuter sorgfältiger Prüfung unterzogen wurden, — Untersuchungen, bei denen der Praktiker, welchem vor Allem der topographische Zusammenhang am Herzen liegt, in gleicher Weise seine Rechnung findet, wie der Topographische Anatom.

Ich habe mich von Anfang an bei meinen Untersuchungen bemüht, neben der Aufklärung, welche unsere Arbeiten dem Topographischen Anatomen und damit dem Kliniker gewähren, auch das Interesse für die Frage nach der allgemeinen Ausgestaltung des Lymphsystems hervorzuheben. Wir begnügen uns nicht damit, die Fragen des Klinikers, insbesondere des Operateurs, welches die regionären Drüsengruppen und ihre Verbindungen seien, zu beantworten, uns interessirt die Anordnung aller Theile des Systems, die Anfänge in den Organen selbst, ihre Gestalt, Caliber und Verbindung, ferner Verlauf, Stärke, Zahl, Verbindung der Stämme, und endlich Form, Zahl, Lage der Lymphknoten und die Verbindung aller dieser Theile unter einander. Daneben darf auch die Nachbarschaft nicht unberücksichtigt bleiben.

Auf die Interessen des Klinikers werde ich versuchen, in einem späteren Capitel etwas einzugehen, auch dem heutigen Chirurgen sind anatomische Kenntnisse ein Hülfsmittel ersten Ranges; — im Besonderen fordert aber das Lymphgefässsystem wegen seiner pathologischen Dignität eine Berücksichtigung, welche ihm auch Seitens der Praktiker geworden ist; denn fast allen neueren Arbeiten über das Lymphsystem liegt der topographisch-chirurgische Gesichtspunkt zu Grunde: In dieser Beziehung nenne ich Gerota selbst, Bruhns, Grossmann, Küttner. Auch die Arbeiten, welche im Laufe der letzten zwei Jahre auf diesem Gebiete im anatomischen Institute zu Breslau angefertigt worden sind, knüpften direct an klinische Fragen an und wurden von Chirurgen oder Jüngern dieser Kunst bearbeitet: so die Untersuchungen von Peyser, Walker, Ollendorff, Most.

Die vorliegende Arbeit schliesst an frühere Untersuchungen des Verfassers an, welche Lymphdrüsengruppen anderer Gegenden behandelten; — sie ist entstanden aus dem Bestreben, die dort gewonnenen Feststellungen weiterhin zu bestätigen und zu sichern, bezüglich zu berichtigen und zu erweitern. Daran muss ich, um dies vorweg zu nehmen, festhalten, dass auch auf diesem etwas stiefmütterlich behandelten Gebiete der systematischen Anatomie in jeder Gegend eine regelrechte Anordnung gefunden wird, wenn man es sich nur nicht verdriessen lässt genug Einzelfälle in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Thut man dies, so werden sich mittlere Werthe ergeben; es wird der ruhende Punkt in der Erscheinungen Flucht gefunden werden. Gelingt dies nicht so leicht, so bedenke man, wie Wenige bisher hier untersucht haben und wie wenig bestimmt unsere Vorstellungen von der physiologischen Leistung des Systems, dem Zwecke der ganzen Anlage, noch sind, und dass uns deshalb auch Vergleichspunkte mit technischen Anlagen fehlen, welche die Uebersicht und damit das Verständniss ungeheuer fördern würden.

Es war meine Absicht, diesmal die lumbalen Lymphknoten in der Art zu bearbeiten, dass ich sie zählte und natürlich eintheilte; — ich werde darauf noch später zurückkommen. Ich bin aber gewissermaassen auf dem Wege dazu stehen geblieben; — der Plan dieser Arbeit hat sich bedeutend geändert. Mich reizte diese wichtige Drüsengruppe schon wegen des Gegensatzes ihrer centralen Lage zu den oberflächlichen Drüsen, die ich früher untersucht habe. Bei Gelegenheit habe ich bereits betont, dass es nicht nöthig ist, zur Injection der Drüsen einer Gegend, wie z. B. der submaxillaren, von allen oder von sehr vielen Gegenden aus zu injiciren. Es ist ferner Regel, dass die Drüsen, wenigstens die regionären, von denen ich die Schaltdrüsen trenne, so unter einander in Verbindung stehen, dass manchmal mehrere Nachbardrüsen von einer zuerst injicirten sich mit Injectionsmasse füllen.

Will man aber feinere und natürliche Eintheilungen treffen, so muss man doch möglichst aus allen in Betracht kommenden peripherischen Gebieten injiciren und so wenigstens die jedes Mal zuerst erreichte Drüse bestimmen. Dazu genügt es nicht, mittels verschieden gefärbter Massen (Gerota's polychrome Injectionen), vielleicht schliesslich ein Präparat zu erlangen, welches ein schönes Demonstrationsobject darstellt, sondern es müsste für jedes einzelne Quellgebiet erst durch eine grössere Anzahl gelungener Präparate die Variationsbreite erwiesen und so die Regel festgestellt werden. Geschieht dies nicht, so wird jeder Untersucher andere Beschreibungen liefern, abweichende Befunde hervorheben, wodurch ganz unnütze Controversen heraufbeschworen werden, bei denen beide Theile — Recht und Unrecht haben. Die Mahnung, die grosse Variationsbreite der Formen zu berücksichtigen, hat erst jüngst Gustav Schwalbe an Zoologen und Anatomen ergehen lassen; ich habe mir diese Forderung in meiner Arbeit über die Zahl und Lage der submaxillaren und submentalen Lymphdrüsen bereits gestellt und möchte sie gerade bei den Arbeiten auf dem vorliegenden Gebiete streng beobachtet wissen.

Bei diesen Ueberlegungen wuchs mir die Grösse der Aufgabe in's Ungeheure und ich musste mich beschränken, eine wichtige Gegend zu bearbeiten. Ich wählte die Nieren, weil Hoden und Ovarien erst neuerdings bearbeitet worden sind und weil eine zusammenhängende Darstellung dieses jetzt auch praktisch wichtigen Gebietes des Lymphsystems, der grössten Drüsen, welche Gefässe zu den Lumbalknoten senden, sich in der Litteratur nicht findet. Späterer Zeit oder anderen Händen muss ich die Verwirklichung des ursprünglichen Planes überlassen.

Naturgemäss traten nun mit der Verschiebung des Zieles andere Interessen in den Vordergrund; an die Darstellung der regionären Lymphknoten und deren Vasa afferentia wird sich eine Beschreibung der Lymph-

wege der Umhüllungen der Nieren anschliessen; an diese schliesslich der Lymphapparat im Nierenparenchym selbst.

Diese drei Theile, Cap. V, VI und VII, enthalten neben einer kritischen Darstellung unserer anatomischen Anschauungen Beiträge zur Lehre des Lymphapparates der Nieren, die ich wegen der grösseren Uebersichtlichkeit für den Leser bereits hier kurz charakterisiren möchte. Zuerst gebe ich eine präcisere Darstellung der aus dem Hilus austretenden Lymphstämme, der regionären und der Schaltdrüsen, sowie deren Beziehungen zu einander. Dann werde ich in einem Capitel über die sogenannten oberflächlichen Lymphgefässe einiges Neue über den Lymphapparat der Nierenkapseln beibringen können. In einem folgenden Capitel werde ich die Ergebnisse der bisherigen Arbeiten über die Lymphgefässe der Nierensubstanz mit meinen Untersuchungen, welche aber nur einen vorläufigen Abschluss erlangt haben, vergleichen. Insbesondere die grossen technischen Schwierigkeiten, auf welche ich an betreffender Stelle eingehen werde, und mein Wunsch, die Verhältnisse an menschlichem Material darzustellen, verhinderten mich, hier zu einem abschliessenden Urtheile zu gelangen. Man glaube nicht, dass die so ungleiche Länge der einzelnen Capitel proportional der Mühe ist, welche auf die Untersuchungen verwandt wurde.

Litteratur zu Capitel I.

J. Hyrtl, Ueber eine neue Methode Organen-Lymphgefässe zu injiciren. *Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde.* 1860. Nr. 18. S. 293.

Derselbe, *Handbuch der prakt. Zergliederungskunst.* 1860.

H. Stahr, Die Zahl und Lage der submaxillaren und submentalen Lymphdrüsen vom topographischen und allgemein-anatomischen Standpunkte. *Dies Archiv.* 1898. Anat. Abthlg. S. 444 ff.

Derselbe, Ueber den Lymphapparat des äusseren Ohres. I. Allgemeine Feststellungen. *Anatomischer Anzeiger.* 1899. Bd. XV. S. 381 ff.

Gerota, Die Lymphgefässe des Rectums und des Anus. *Dies Archiv.* 1895. Anat. Abthlg. S. 240.

Derselbe, Nach welchen Richtungen kann sich der Brustkrebs weiter verbreiten? *Archiv für klin. Chirurgie.* 1895. Bd. LIV.

C. Bruhns (Methode Gerota), Ueber die Lymphgefässe der weiblichen Genitalien nebst einigen Bemerkungen über die Topographie der Leistendrüsen. *Dies Archiv.* 1898. Anat. Abthlg. S. 57.

F. Grossmann, Ueber die axillaren Lymphdrüsen. *Inaug.-Diss.* Berlin 1896. (Später ausführlicher erschienen.)

H. Küttner (Methode Gerota), Ueber die Lymphgefässe der Zunge u. s. w. *Beiträge zur klin. Chirurgie.* Bd. XXI. S. 732.

E. Peyser (Breslau), Anatomische und klinische Untersuchungen über den Lymphapparat des Uterus u. s. w. *Inaug.-Diss.* 1898. — *Zeitschr. für Geburtsh. u. Gynäk.* Bd. XXXIX. (Gekrönte Preisschrift.)

Walker (Breslau), Ueber die Lymphgefässe der Prostata beim Hunde. *Dies Archiv.* 1899. Anat. Abthlg.

Ollendorff (Breslau), Ueber den Zusammenhang der Schwellungen der regionären Lymphdrüsen zu den Erkrankungen der Zähne. *Zeitschr. für Zahnheilk.* 1898.

A. **Most** (Breslau), Ueber die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Hodens. *Dies Archiv.* 1899. Anat. Abthlg. S. 113.

Derselbe (Breslau), Ueber die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Kehlkopfes. *Anatomischer Anzeiger.* 1899. Bd. XII. Nr. 21. S. 387.

G. **Schwalbe**, Ziele und Wege einer vergleichenden physischen Anthropologie u. s. w. Stuttgart 1899. (Vorwort der *Zeitschrift für Morphologie u. Anthropologie.*)

II. Capitel.

Material und Methode.

Die grösste Zahl meiner Untersuchungen wurde an neugeborenen Kindern, älteren Föten und einige Tage alten Kindern angestellt, Material, welches oft sehr frisch in unsere Hände gelangte. Das Beschaffen brauchbaren Materiales von Leichen Erwachsener ist mit den grössten Schwierigkeiten verbunden; man hat nicht immer Zeit zur Verfügung, um zu Ende zu untersuchen; das ganze Arbeiten ist umständlich und dürfte schon wegen der schwer zu vermeidenden Einmischung pathologischer Befunde besser vermieden werden, bis sichere Daten an Neugeborenen gewonnen worden sind.

Auch thierisches Material, die Nieren von Pferden, Rindern, Schweinen, Hammeln, von Kaninchen, Hunden, Katzen und Ratten wurden mit herangezogen, theils weil frühere Untersucher mit diesem Materiale arbeiteten, theils wegen der mikroskopischen und wegen anderer Beziehungen, auf die ich zurückkommen werde.

Der Erfahrung, dass Kinder wegen der relativen Weite ihrer Lymphgefässe gut brauchbar sind, kann ich die hinzufügen, dass die Injection auch an Föten der letzten Monate vorzüglich glückt. Eine andere Erfahrung, welche bereits Lauth machte, sollte mir sehr zu gute kommen, nämlich dass sich ödematöse Gewebe besonders leicht injiciren. Dass ich nicht glaube, eine bessere oder schlechtere Injection, obwohl sie gewiss oft durch die Beschaffenheit des Materiales veranlasst ist, gestatte Schlüsse auf individuelle Verschiedenheit der lymphatischen Anlage, das habe ich bereits früher hervorgehoben.

Als Zeitpunkt, an dem die Injectionen am besten gelingen, ist von Stilling die 5. bis 6. Stunde post mortem herausgefunden worden. Ich kann diese Beobachtung nicht bestätigen; ebenso wenig, dass faules Material gute Füllungen ergiebt. Frische Leichen sind nicht unerlässlich, erhöhen aber ceteris paribus die Chancen.

Um ruhig und sicher arbeiten zu können, ist eine bequeme Lagerung des Objectes unumgänglich nöthig. Nach Eröffnung der Bauchhöhle werden die Milz, das ganze Darmrohr, die Leber entfernt, das Zwerchfell eingeschnitten oder die ganze obere Hälfte etwa vom 10. Brustwirbel an, entfernt. Auf diese Weise werden Nebennieren und Nieren gut zugänglich gemacht.

Eine grosse Schwierigkeit liegt in dem klaren Herauspräpariren der Stämme und Drüsen, da meist nicht zu verhindern ist, dass das Blut der Venen das Arbeitsfeld verschmiert. Man muss sie oft gerade durchschneiden, was besonders dann stört, wenn auch die Venen ihren Antheil an Injectionsflüssigkeit aufgenommen haben. Endlich sind die Lymphstämme oft unterbrochen gefüllt, sind so dünn und liegen den Gefässen so dicht an, dass viel Geduld und Uebung dazu gehören, ein übersichtliches Bild, welches der Zeichner überhaupt aufnehmen kann, zur Darstellung zu bringen. Des Gebrauches einer Lupe wird man auch in dieser Gegend nicht entrathen können.

Nach Gerota's Methode, deren ich mich bei diesen wie bei früheren Untersuchungen bediente, arbeitet man mit einer besonderen Spritze und mit einer Masse, deren Vehikel Aether sulfuricus ist. Gerota hat das grosse Verdienst, diese Methode ausgearbeitet und hierdurch, wie durch vorzügliche eigene Untersuchungen, von Neuem zu Lymphgefässinjectionen angeregt zu haben; doch muss bemerkt werden, dass bereits Joseph Hyrtl mittels ganz ähnlicher ätherischer Massen mit Erfolg gearbeitet hat und diese in seiner Zergliederungskunst warm empfiehlt.

Was die Leistungsfähigkeit der Gerota'schen Methode für gröbere Stämme betrifft, so bedarf dieselbe keiner erneuten Bestätigung; aber auch für die Untersuchung der Vertheilung von Capillaren habe ich das Gerota'sche Verfahren mit Erfolg angewandt. Ich will hier nur erwähnen, dass es mir letzthin geglückt ist, theilweise Injectionen der Blasenmuscularis (Gerota) zu erhalten und bei Kindern die Lymphscheiden des Auerbach'schen Plexus (Gerota) auf kurze Strecken darzustellen. Gute Uebersichtspräparate bekommt man auch von injicirten Hautstücken, welche nach Orth fixirt und schliesslich in Canadabalam conservirt werden. Einige Bemerkungen, auf die ich hier verweise, habe ich früher über den Gebrauch der Methode gemacht. Seit bald drei Jahren arbeite ich mit derselben und könnte wieder viele kleine Winke geben, doch läuft man zu leicht Gefahr, bei diesen Anweisungen gerade das fortzulassen, was Andere gebrauchen, und das zu geben, was sich für Andere von selbst versteht; ein Studium der technischen Vorschriften von Ranvier, Stilling, Hyrtl und Teichmann wird die meisten am besten anweisen.

Mit anderen Arten der Injection, wie dem Einstich, ist es mir nicht geglückt zu arbeiten, und deshalb habe ich besonders betreffs der mikroskopischen Details viele Misserfolge gehabt.

Hyrtl, und nach ihm Stilling, ist es geglückt, in die den Hilus der Organe verlassenden Stämme Canülen einzuführen und von hier aus zu injiciren. Hyrtl entdeckte ferner eine Methode, die Lymphgefässe von den Blutgefässen aus zu füllen; auf sinnreiche Art setzte er im Inneren der Organe eine laesio continui und spritzte in ein Blutgefäss. Erweichte Stellen in Kinderlungen brachten ihn auf diese Methode, und er rühmt es, wie gut sich so die oberflächlichen Lymphgefässnetze der Lungen darstellen lassen.

Ebenso wenig habe ich, wie Stilling, Teichmann, Tomsa und wieder Hyrtl, die oberflächlichen Lymphgefässe durch Stauung verschiedener Art strotzend machen, und dann von diesen aus in centripetaler oder centrifugaler Richtung einspritzen können.

Ludwig und Zawarykin haben bei der Einstichmethode allerdings zuweilen vorzugsweise die Lymphgefässe der Nieren sich füllen sehen, erklären aber den Erfolg der Methode gerade bei diesem Organ für wenig erfreulich. Sie warnen vor einer vorausgehenden Injection der Blutgefässe, weil hierdurch die Lymphwege verschlossen werden, einerseits wegen der Ausdehnung der Blutgefässe und der dadurch gegebenen Raumbeeinträchtigung, andererseits, weil der Leim diffundirt und verklebt. Sie machten deshalb die Nieren eines Hundes durch Unterbindung des Ureters ödematös. Nach Tödtung des Thieres wurden noch die Lymphgefässstämme, die nun strotzend gefüllt sind, unterbunden und entweder das Organ ohne Injection gehärtet, oder, es wurden nach Lösung der Ligaturen noch von einem Gefässe der Kapsel aus künstliche Injectionen vorgenommen. Die Füllung von den Stämmen des Hilus aus war nicht möglich.

Rindowsky hat mit einiger Modification bei der Injection von Hunde- und Pferdenieren ebenso gearbeitet.

Wählt man dennoch, wie ich es that, die Einstichmethode, so ist an langsames Injiciren und das Vermeiden des Eindringens von Luftblasen besonders zu erinnern. Womöglich soll auch nach Teichmann nicht blind eingestochen werden, sondern nur da, wo sich bekannter Weise Capillarnetze finden oder wo sich solche nach Analogie mit anderen Organen vermuthen lassen. Wie wenig sich freilich mit dieser Vorschrift bei den Nieren anfangen lässt, beweisen die Misserfolge Teichmann's selbst und Anderer, auf welche wir zurückkommen.

Was sonstige Injectionsmassen neben Gerota's Blaumasse anbetrifft, so habe ich nur noch Lösungen von Berlinerblau mit und ohne Glycerinzusatz angewandt.

Die Conservirung wurde in der Weise, die ich bereits früher dargestellt habe, durchgeführt. Von dem Grawitz'schen Verfahren mit Salzlake bin ich ganz zurückgekommen. Nach Härtung in stärkerer Formalinlösung kommen die Präparate entweder endgültig in 3 procent. Formalinwasser oder werden nach der Vorschrift von Kaiserling weiter behandelt. Manche Präparate sehen noch sehr gut aus, aber die Farben erscheinen doch sehr abgeblasst; immerhin sind sie zu Demonstrationen gut zu gebrauchen.

Inzwischen hat mir Hr. Gerota mitgetheilt, dass er Präparate, die noch weiter zu bearbeiten sind, aufbewahrt in einer Lösung von Acid. boric. 4 Procent, Acid. carbol. 1 Procent, Acid. arsenic. 2 Procent, Glycerin 25 Procent. Hierin halten sich die Präparate nach meinen Erfahrungen bis zu vier Monaten sehr gut, ohne hart zu werden.

Eine nicht unwesentliche Zeitersparniss bietet der Gebrauch von zwei Spritzenaufsätzen, welche man vor Beginn der Arbeit mit Röhrchen montirt; ferner braucht man Terpentinöl, Aether, Preussischblau nicht stets zu wägen, sondern es genügt natürlich ein für alle Mal, die Mengen festzustellen. Ich brauche Ol. Terebinth 4 ^{ccm}, Aeth. sulfur. 21 ^{ccm}, Blau: eine 53 ^{mm} lange Strecke der Wurst, wie sie sich aus meinem Farbentubus herausdrücken lässt.

Ausser der Injection von Farbstoffen kommt, besonders für die Nierenkapsel, noch die Imprägnation mit Silbernitrat in Betracht; — ich habe dasselbe in einigen Fällen zwischen die verschiedenen Schichten der Nierenkapsel injicirt, in anderen Fällen habe ich die ganzen Nieren frisch getödteter Thiere, die hier einzig zu verwenden sind, darin eingelegt. Auf die Nierenkapsel hat dieses Verfahren (Ranvier) Dogiel angewandt.

Bei Lupenbetrachtung der Nierenkapsel des eben getödteten Hundes kann man manchmal Lymphgefässe erkennen, indessen nicht so deutlich wie am Zwerchfell und jedenfalls nicht mit demonstrativer Klarheit. Die Versilberung nahm ich vor nach den bekannten Angaben Ranvier's für das Zwerchfell. Das peritoneale Epithel wurde theils belassen, theils mit dem Pinsel entfernt. Ich ziehe die Bilder vor, welche ich von Kaninchen erhalten habe, bei denen das Epithel darauf blieb. Für die Ausspannung der Membranen sorgt die Niere selbst, wenn man erst nach Behandlung des Ganzen in Alkohol zur Entfernung der Niere schreitet; dies kann am schonendsten dadurch geschehen, dass man die Niere mit dem Ueberzug mehrmals quer durchschneidet und nun mit der Pincette die Kapsel fasst und herunterzieht. Auf diese einfache Art bekommt man die Hüllen der Niere in einzelne Streifen zerlegt und kann später noch weiter lamelliren. Die Durchmusterung des Präparates geschieht erst nach Aufhellung in Bergamottöl.

Auf die Anwendung der Golgi-Methode in den verschiedenen Modificationen, auch mit Formalinzusatz anstatt des Osmimus (Kopsch), werde ich in einem späteren Capitel, wo ich von den oberflächlichen Gefässen handeln werde, zurückkommen. Nyström hat diese Methode mit Nutzen verwandt. Ebenso werde ich die technischen Einzelheiten für die Darstellung der mikroskopischen Verhältnisse im Capitel VII geben.

Litteratur zu Capitel II.

(?) Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques.* (Citirt bei Cruveilhier; mir unzugänglich.) S. Litteratur zu Cap. III.

J. Stilling, Ueber die Lymphbahnen der Nebenniere. Virchow's *Archiv.* 1887. Bd. CIX. S. 329.

Gerota, Zur Technik der Lymphgefässinjection u. s. w. *Anatomischer Anzeiger.* 1896. Bd. XII. Nr. 8. S. 216.

J. Hyrtl, *Zergliederungskunst.* 1860.

Ranvier, *Traité d'histologie.* Leipzig 1888. (Deutsch.)

Teichmann, *Das Saugadersystem vom anatomischen Standpunkt bearbeitet.* Leipzig 1861.

Tomsa, Die Lymphwege der Milz. *Sitzungsber. der mathem.-naturw. Classe der k. Akad. der Wissensch.* Wien 1863.

Ludwig und Zawarykin, Zur Anatomie der Niere. *Ebenda.* 1863. Bd. XLVIII.

(?) Th. Rindowsky, Die Lymphgefässe der Niere. (Original *Verh. d. 3. Vers. russ. Naturf. zu Kiew.* 1871. Russisch und unzugänglich!) Referat der *Technik Jahresber. f. Anat. u. Physiol.* 1872.

A. Dogiel, Ueber ein die Lymphgefässe umspinnendes Netz von Blutcapillaren. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1880. Bd. XVIII.

Kopsch, Erfahrungen über die Verwendung des Formaldehyds bei der Chromsilberimprägnation. *Anatomischer Anzeiger.* 1896. Bd. XI.

Disse, Zur Anatomie der Niere. *Sitzungsber. der Gesellsch. zur Beförderung der gesammten Naturwissensch. zu Marburg.* 1898. Nr. 8.

Gummar Nyström, Ueber die Lymphbahnen des Herzens. *Dies Archiv.* 1897. Anat. Abthlg. S. 361.

III. Capitel.

Stand der Frage.

Zur ersten Orientirung über unsere Frage sollen einige Hand- und Lehrbücher der Anatomie und Histologie herangezogen werden. Bei ihnen werden wir zum Theil directe Hinweise auf die Autoren, die wir kennen lernen wollen, finden, zum Theil werden wir uns fehlende Hinweise leicht ergänzen können. Unter den Autoren, welche ich nachher anführen werde, ist zu unterscheiden zwischen solchen, die bei Bearbeitung des Lymphsystems in grossem Umfange, auch der Verhältnisse bei den Nieren Er-

wähnung thun, und solchen, welche sich mit dieser Gegend speciell beschäftigt haben.

Die meisten Handbücher sprechen von oberflächlichen und tiefen Lymphgefässen und beziehen sich auf Sappey. Ich führe nur einiges Besondere an, das für unsere spätere Betrachtung von Wichtigkeit ist.

Rauber (1893) kennt oberflächliche und tiefe Gefässe. Die oberflächlichen verbinden sich im Hilus mit den tiefen,[1] welche medianwärts zu den Lendendrüsen verlaufen. Die Vasa lymphatica ureterum sind zahlreich, umgeben dieses Organ und verbinden sich theils mit den Gefässen der Nieren, theils mit denjenigen der Blase.

Bei Henle, Merkel, Krause, Gegenbaur finden wir wenig und nichts Bemerkenswerthes, ausser einzelnen Hinweisen auf Ludwig und Zawarykin.

Ausführlicher ist Luschka (1863) in seiner Anatomie des menschlichen Bauches. Er sagt:

„An Lymphgefässen, insoweit dieselben der Injection zugänglich sind, ist die Substanz der Nieren arm zu nennen, obgleich es gelingt sowohl oberflächliche als tiefe nachzuweisen. Die oberflächlichen Saugadern bilden ein weitmaschiges Netz, welches mehrfache Anastomosen mit den Lymphgefässen der Nierenhülle eingeht; die tiefen lassen sich weder in das Innere der Rindensubstanz, noch in jener der Markkegel, sondern nur entlang den gröberen Aesten der Arterien und Venen verfolgen. Sie bilden hier etliche stärkere Stämmchen, die am Nierenhilus mit Saugadern der Kelche und des Beckens, im weiteren Verlaufe aber mit Lymphdrüsen in Verbindung treten, welche die Stämme der Nierengefässe umlagern."

In Stricker's Handbuch (1871) beschreibt Ludwig, von dessen gemeinschaftlich mit Zawarykin im Jahre 1863 ausgeführter Untersuchung wir noch zu sprechen haben, die einschlägigen Verhältnisse folgendermaassen:

Aus dem Hilus, wie auch aus der sehnigen Hülle kommen Lymphgefässe. Ueber den Ursprung der Hilusgefässe ist nichts bekannt. Die Stämmchen der sehnigen Hülle kommen aus einem Netz kleinerer Lymphgefässe, die zwischen den Faserbündeln der Sehnenhaut liegen. „Wenn dieses Netz unter einem selbst sehr mässigen Drucke ausgespritzt wird, so geht die Masse auch in das Nierenparenchym über und dringt in die Spalträume ein, welche die gewundenen Rindencanäle von einander trennen."

Frey (1876) lehnt sich genau an die Untersuchungen von Ludwig und Zawarykin an:

„Frühere Versuche, durch den Einstich die Lymphbahn der Niere zu füllen, waren erfolglos geblieben. Erst Ludwig und Zawarykin gelang

[1] Das gesperrt Gedruckte ist hier und im Folgenden von mir so ausgezeichnet worden.

es mittels eines eigenthümlichen Verfahrens, diese Injection an der Hundeniere zu erzielen.

Die parenchymatösen Lymphbahnen nehmen die Interstitien des unter der Kapsel befindlichen spaltenreichen Bindegewebes ein, stehen mit den Lymphbahnen der Kapsel nach aussen in Verbindung und dringen nach innen von den erstgenannten Stellen aus durch Lücken im bindegewebigen Stroma zwischen den Harncanälen, um die Bowman'schen Kapseln und feineren Blutgefässe nach einwärts. Während aber die Communication der lymphatischen Bahnen im Rindengewebe eine sehr freie ist, füllt man erst nachträglich die engen Lymphcanäle des Markstrahls und zuletzt die Gänge der Marksubstanz selbst. Das Ganze erinnert im Uebrigen an die Lymphwege der männlichen Geschlechtsdrüsen der Hoden. Die aus der Rinde wegleitenden Lymphcanäle verfolgen, gegen den Hilus strebend, genau die Bahn der Blutgefässe, klappenführende Lymphgefässe selbst kommen erst im Hilus vor, aus welchem einige sehr starke Stämme hervortreten."

Toldt (1888) giebt die Controverse wieder, welche zwischen Ludwig und Zawarykin einerseits und zwischen Rindowsky andererseits besteht. Es heisst hier:

„Ueber die Lymphgefässe der Niere besitzen wir nur sehr lückenhafte Kenntnisse. Sicher ist so viel, dass in der fibrösen Kapsel sich ein weitmaschiges Lymphgefässnetz ausbreitet, welches zum Theile seinen Zufluss aus dem Parenchym erhält. Sicher ist ferner, dass im Sinus renalis mehrere klappenführende Lymphgefässstämme sich finden, welche aus dem Innern der Niere hervorkommen. Betreffend das Verhalten der Lymphbahnen in dem Nierenparenchym selbst besitzen wir nur spärliche genauere Angaben. Nach Ludwig und Zawarykin, welche sie beim Hunde untersucht haben, soll sich die Lymphe in wandungslosen Räumen zwischen den Harncanälchen und Blutgefässen bewegen, und zwar wird angeführt, dass solche Räume zwischen den gewundenen Canälchen sehr zahlreich, in den Markstrahlen und Markpyramiden nur sehr spärlich vorkommen. Rindowsky hingegen fand bei Pferd und Hund zahlreiche wahre Lymphgefässe mit endothelialer Wandung, welche die Harncanälchen mit rhombischen Maschen umstricken und selbst mit den Vasa afferentia in die Malpighi'schen Körperchen eindringen sollen. Die Ludwig'schen Lymphräume erkennt er nicht als solche an."

Von neuesten Handbüchern möchte ich nur noch citiren: Küster, Die chirurgischen Krankheiten der Niere (1896), da er die makroskopischen Dinge ausführlicher behandelt, indem er schreibt:

„Die Lymphgefässe sind theils oberflächlich, theils tief im Nierengewebe gelegen. Die tiefen treten in 4 bis 5 klappenführenden Stämmen

aus dem Hilus hervor, laufen längs der Nierengefässe und münden hier in die Gl. lumbales der entsprechenden Seite ein." Verbindungen bestehen zwischen allen diesen Drüsen unter einander und mit denen der anderen Seite, letztere vor und hinter der Aorta. — „Die oberflächlichen Lymphbahnen sind erheblich schwächer, bilden in der Kapsel ein weitmaschiges Netz und vereinigen sich in der Nähe des Hilus, bezw. vor ihrer Einmündung in die Lymphdrüsen, mit der erstgenannten Gruppe."

Ich komme nun zu den Autoren, welche selbst injicirt haben oder doch von eigenen Untersuchungen sprechen. Unter ihnen ist vor Allem Mascagni (1787) zu nennen, welcher oberflächliche und tiefe Gefässe kennt und abbildet; er hat aber nur die tiefen injicirt. In Ludwig's Uebersetzung heisst es:

„Die Saugadern der Nieren können in die auf der Oberfläche fortlaufenden und in die tiefen abgetheilt werden. Die der Oberfläche habe ich mit Quecksilber nicht angefüllt, sondern da ich fand, dass diese durch die Blutgefässe, welche ich mit einer gefärbten Feuchtigkeit gefüllt[1] hatte, mit Hausblase ohne Farbe angefüllt waren, so liess ich sie auch so abbilden."

Hierzu bemerkt Ludwig: „Ich weiss nicht, fast möchte ich Mascagni's Absorbentia renalia superficialia (Tab. XII und XIV und auf unserer Tafel I und II) für Blutadern halten, sie kommen mir gar zu sehr mit den Stellulae Verheyenii überein." Der grösste Theil dieser Superficialia soll nach Cruikshank in die Nierensubstanz treten; der Theil, der dem Hilus benachbart liegt, sich daselbst mit den Lymphstämmen vereinigen.

Auf Mascagni verweist uns auch Cruveilhier.

In einem Punkte sind Koelliker's (1854) Angaben wichtig:

„Von Saugadern besitzt die Niere verhältnissmässig wenige. Dieselben verlaufen im Innern längs der grösseren Gefässe und scheinen nicht weiter zu reichen, als bis zu den Vasa interlobularia. Im Hilus vereinigen sich dieselben zu einigen Stämmchen, welche noch Saugadern aus dem Nierenbecken aufnehmen und dann in die Lendendrüsen einmünden. Oberflächliche Saugadern, welche die älteren Anatomen (Nuck, Cruikshank, Mascagni u. A.) beschrieben, habe ich, ausser in der Fettkapsel, noch nicht gesehen, ohne dieselben gerade leugnen zu wollen." (!)

Teichmann (1861) hat sich mit den Nieren wenig beschäftigt oder wenig Glück gehabt. In einem Anhang, unter „Organe, deren Lymphgefässe nur theilweise untersucht wurden", stehen auch die Harn- und Geschlechtswerkzeuge:

[1] Anstatt gefüllt, steht im Ludwig'schem Text bereitet.

„Man findet Saugadercapillaren in der Nierenkapsel, was jedoch bei Menschen nicht so sicher nachzuweisen ist, als bei Thieren (Pferd). Dieselben scheinen nur mit einzelnen Aesten in die Nierensubstanz einzudringen; ihr näheres Verhalten an dieser Stelle ist mir aber unbekannt."

„Sodann fand ich die Saugadercapillaren in den Harnleitern; sie bilden Netze, deren Hauptzweige in der Richtung der Längsaxe der Harnleiter verlaufen. Sie überziehen die innere Fläche der Harnleiter und stehen aller Wahrscheinlichkeit nach in Verbindung mit den Lymphgefässen der Nieren und der Harnblase."

Sappey wendet sich in seinem Traité d'anatomie (1876) gegen Cruikshank und Mascagni, welche oberflächliche Lymphgefässe der Nieren annehmen. „Le rein ne possède en réalité que des vaisseaux lymphatiques profonds chez l'homme." Die Zahl sei sehr begrenzt, 4, selten 5; aber ihr Caliber ist stark. Sie begleiten alle die Nierenvene bis zu den lumbalen Ganglien, in denen sie enden. Auf der Nierenvene am Nierenhilus soll ein kleiner Lymphknoten liegen, zu dem die Nebennierengefässe ziehen.

Später ist derselbe Autor durch seine Untersuchungen zu einer anderen Vorstellung gelangt. Er schreibt 1886 in seiner Iconographie:

„Ces vaisseaux lymphatiques profonds, avant de sortir du hile, accompagnent les artères et les veines qui cheminent dans les colonnes de Bertin, c'est-à-dire dans les espaces inter-lobaires. Parvenus à la base des pyramides de Malpighi, ils disparaissent, en sorte que leur origine réelle nous est encore inconnue." Er glaubt indessen sie entsprängen in den Glomerulis und auf den Wänden der Tub. contorti (und vielleicht auch der recti), aber wir wüssten das nicht bestimmt. Die oberflächlichen schienen ihm lange problematisch; jetzt hält er sie für sicher, da er sie, zwar mit viel Mühe, injicirt hat. Am ehesten sei die Injection möglich beim Pferd, vielleicht noch beim Hund; bei den anderen Thieren hat er sie nur auf einigen sehr beschränkten Punkten gesehen. Bei allen ist es ein grossmaschiges Netz, welches unter der Tunica fibrosa liegt.

Zahlreiche Anastomosen bestehen zwischen den Aesten und Aestchen der concaven Seite der Nebennieren mit denen der oberflächlichen Nierengefässe.

Erwähnenswerth ist noch, dass Sappey auf Taf. XLVI, Fig 6 eine Pferdeniere abbildet, die ihm ja hauptsächlich zu seinen Experimenten über die oberflächlichen Lymphgefässe diente; diese hat, wie er sagt, das Besondere, dass im Hilus drei Drüschen für die oberflächlichen Gefässe, die auch hier dünn sind, lagern.

Ueber die Gefässe der Nierenkapsel finden wir interessante Angaben in einer der Arbeiten Dogiel's (1888), welche über die Beziehungen zwischen Blut- und Lymphgefässen handeln. Dogiel hat neben dem

Periost, der Gallenblase u. s. w. die Hundenierenkapsel in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen. Die Angaben, welche uns interessiren, sind etwa folgende: Die innere Kapsel, welche der Niere straff aufsitzt, entbehrt der Gefässe überhaupt, die äussere enthält zahlreiche Blut- und Lymphgefässe. Die Maschen dieses Lymphgefässnetzes sind an den Nierenpolen in die Länge gezogen, an den übrigen Partien bilden sie unregelmässige Polygone. An der Netzbildung betheiligen sich auch die kleineren Stämmchen, die grösseren abführenden Gefässe verlaufen nach beiden Polen in einer Anzahl von je 2 bis 4 Stämmchen. Die Saftcanälchen münden nur dem Anscheine nach in capillare Gefässe ein, in Wirklichkeit gehen sie über oder unter den Lymphgefässen hinweg, während die Wand von einer Schicht Saftcanälchen bedeckt erscheint.

Der Hund hat keine eigentliche Fettkapsel, nur zarte Fettträubchen sind hier vorhanden, ein Zustand, den Prof. Arnstein in einem Nachtrage als „fettloses Fettgewebe" bezeichnet. Die Hülle, welche Dogiel mit Blut- und Lymphcapillaren versehen fand (Imprägnation der Lymph-, Injection der Blutgefässe), war die Fettkapsel, die Capsula fibrosa enthält nur ein weitmaschiges Blutcapillarnetz.

Bereits oben hatte ich die Arbeit von Ludwig und Zawarykin (1863) erwähnt, auf welche ich jetzt zurückkommen muss. Vorerst ist hervorzuheben, dass diese Forscher am Hunde arbeiteten und meinen, die bei diesem gefundenen Verhältnisse direct auf den Menschen übertragen zu können. Nach ihren Untersuchungen bleiben in der Substantia corticalis zwischen Harncanälchen, Blutgefässen und Glomerulis grosse Lücken übrig, welche die Anfänge der Lymphgefässe darstellen. Sie können sich bedeutend erweitern und stehen in directer Communication mit den Lymphlücken der sehnigen Kapsel und dadurch sowohl mit den oberflächlichen Gefässen, wie auch mit den Gefässen des Hilus, ohne dass sich über ihre Entstehung bestimmtere Angaben machen liessen.

Die Ausstattung der einzelnen Schichten der Capsula fibrosa mit Lymphräumen ist eine ungleiche: Die tiefste Schicht enthält zartere Bindegewebszüge und damit eine reichlichere Lückenbildung.

Deutliche Gefässe sieht man erst im Hilus. „Der Uebergang aus der zerfahrenen (so!) in die geschlossene Form ist uns nicht ganz klar geworden."

Bei Injection von einem Stämmchen der Kapsel aus dringt die Masse weit und breit zwischen die gewundenen Schläuche, während sie nur sparsam zwischen die Formbestandtheile des dickeren Theiles der Markstrahlen gelangt.

Die Räume, welche sich nach künstlicher Injection ergeben, werden verglichen mit den Räumen, welche in dem ödematösen Zustande auftreten. Bei diesem kann man auch erkennen, „dass aus den sehnigen Hüllen zwei

kleine, höchstens stricknadeldicke Stämmchen abgehen; eines nach oben, das andere nach unten". Die Gefässe des Hilus sind ebenfalls äusserst dünnwandig, aber sehr stark, bis bleistiftdick.

So weit Ludwig und Zawarykin, deren Lymphräume ich so wenig anerkennen kann, wie dies der letzte Autor auf unserem Gebiete, Rindowsky (1871), thut.

Rindowsky's Arbeit ist russisch und für mich leider, trotz vieler Bemühungen, bei denen ich in dankenswerther Weise von auswärtigen Anatomen unterstützt wurde, noch immer nicht zu haben gewesen. Aber es giebt uns eine vorläufige Mittheilung, ein Referat über diese, und ein Referat der Technik Auskunft, um was es sich handelt.

„Die Lymphgefässe begleiten die Blutgefässe, indem sie in deren Adventitia verlaufen und Stämmchen verschiedener Durchmesser bilden:

1. a) Die stärkeren arteriellen Stämme begleiten zwei Lymphgefässe und umgeben das Blutgefäss mit einem Netze anastomosirender Verästelungen. Je nach der Stärke der Arterien ist auch das Netz stärker, Anastomosen häufiger.

b) Das Vas afferens umgiebt auch ein Lymphgefässnetz, welches zum Theil auf die Bowman'sche Kapsel übergeht, zum Theil mit dem Vas afferens in's Innere der Kapsel hineingeht, und als einzelne Stämmchen im Glomerulus selbst sich fortsetzt.

c) Das Vas efferens wird gleich nach dem Austritte aus dem Innern der Kapsel mit etwaigen Lymphgefässästchen umgeben, welche sich sodann verästeln und auf diese Weise ein dem Blutgefäss parallel stehendes Lymphcapillarnetz bilden.

d) Die schwächeren arteriellen Aestchen der Rinde, ebenso wie die Arterien der Marksubstanz werden von je einem Lymphgefässe begleitet.

e) In der Adventitia der Venen liegt auch ein Lymphgefässnetz.

2. Die Lymphgefässe, welche von dem Vas afferens auf die Kapsel übergehen, umstricken diese letztere mit einem Netze von Lymphcapillaren.

3. Um die gewundenen Harncanälchen bilden die Lymphcapillaren auch ein Netz, welches den Blutcapillaren entspricht und Maschen von ungefähr cubischer Form darstellt.

4. Die geraden Harncanälchen der Markstrahlen sind ebenfalls von einem lymphatischen Netze umgeben, das mehr ausgedehnte Maschen zeigt.

5. In der Marksubstanz verlaufen die Lymphgefässe zwischen den Harncanälchen, sich dichotomisch theilend ohne Netze zu bilden. In dieser Gegend bekommen die Lymphgefässe grösseren Durchmesser als in der Rinde.

6. Die Lymphgefässe der Niere besitzen bis in ihre allerfeinsten Verästelungen Wandung und epitheliale Bekleidung."[1]

---

[1] Diese Sätze sind dem *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*. 1869. Nr. 10 wörtlich entnommen.

Litteratur zu Capitel III.

Rauber, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Leipzig 1893. Bd. II. 1. S. 225.
H. Luschka, *Die Anatomie des menschlichen Bauches.* Tübingen 1863. S. 306.
Henle, *Handbuch der Gefässlehre des Menschen.* 1868.
W. Krause, *Allgemeine und mikroskopische Anatomie.* Hannover 1876.
Ph. Stöhr, *Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen.* S. 260.
Frey, *Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen.* 1876. 5. Aufl. S. 569—576.
Toldt, *Lehrbuch der Gewebelehre.* Stuttgart 1888. 3. Aufl. S. 523.
Ludwig, Stricker's *Handbuch.* Leipzig 1871. Bd. I. S. 504.
Küster, Die chirurgischen Krankheiten der Nieren. *Deutsche Chirurgie.* 1896. I. Hälfte. S. 43.
Cruveilhier, *Anatomie descriptive.* Paris 1852.
Mascagni, *Vasorum lymphaticorum historia.* 1787. p. 44—45.
William Cruikshank, *Geschichte und Beschreibung der einsaugenden Gefässe des menschlichen Körpers.* Leipzig 1789.
Ludwig (W. Cruikshank und Paul Mascagni), *Geschichte und Beschreibung der Saugadern des menschlichen Körpers.* S. 64 f. u. 309 u. a. O.
Koelliker, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* 1854. Bd. II. S. 361.
Teichmann, *Das Saugadersystem u. s. w.* 1861. S. 17
Ph. C. Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* Paris 1876. T. II. p. 792 ff.
Derselbe, *Anatomie, physiologie et pathologie des vaisseaux lymphatiques, considérés chez l'homme et chez les vertébres.* Paris 1886. p. 122—124. Pl. XLVI.
Dogiel, a. a. O. 1883.
Ludwig und Zawarykin, a. a. O. 1863. S. 707 (Fig. 15 auf Taf. III).
(?) Th. Rindowsky, Die Lymphgefässe der Niere. *Verh. der 3. Vers. russ. Naturf. in Kiew im Jahre 1871* (russisch; gearbeitet bei Prof. N. A. Chrzonszczewsky in Charkow; mir unzugänglich). — *Centralblatt für die med. Wissensch.* 1869. Nr. 10. (Vorläufige Mittheilung.) — Henle und Meissner's *Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie.* 1869. S. 72.

IV. Capitel.

Injectionen durch Einstich in die Rindensubstanz und die Bedeckungen der Nieren, zumeist an Neugeborenen.

Ich lasse hier die Resultate meiner Injectionen folgen, welche ich in kurzer Weise anführen werde, nur bei interessanten Befunden länger verweilend. Was die Zahl der Injectionsfälle betrifft, so will ich nochmals bemerken, dass ich viel mehr injicirt habe, als ich hier verzeichne; indess verzichte ich auf eine Erhöhung der Endziffer durch Anführung nicht gelungener Versuche. Eine Vermehrung der gelungenen Versuche schien mir unnöthig, da dieselben eine ausreichende Uebersicht ergeben.

Bedauern muss ich es hingegen, dass mir fast lediglich Neugeborene zur Verfügung standen; erwünscht wäre es gewesen, Kinder, welche wenigstens Monate und Jahre gelebt haben, zu untersuchen.

Die hier gegebene Darstellung entspricht ziemlich genau meinen Protocollen, nur sind natürlich Irrthümer, welche nachträglich erkannt wurden, berichtigt worden.

Die zweideutigen Ausdrücke: oben und unten, habe ich, wo eine Unklarheit vorliegen kann, stets besonders erläutert. Bezeichnungen wie rechts und links, ferner gross, mittelgross, ziemlich gross und klein, sind wenig exact, liessen sich aber nicht vermeiden.

Für die Abbildungen habe ich diesmal die künstlerischen Kräfte unseres neuen Universitätszeichners, des Herrn Dr. phil. Loeschmann, zu Hülfe genommen, welcher sich der ihm neuen Aufgabe mit bestem Erfolge unterzogen hat. Wegen der Schwierigkeit der Reproduction wurden die injicirten Lymphwege nicht farbig wiedergegeben, sie heben sich aber in chinesischer Tusche gegen die Bleistiftzeichnung deutlich genug ab. Für Fall VI kam auch Kohle und Kreide, für Fall VII nur chinesische Tusche als Material zur Verwendung. Die Abbildungen sind in keiner Weise schematisirt, durchaus naturgetreu; wiederum ist nur das gegeben, was zu sehen war, nichts wurde vervollständigt; keine Combination wurde vorgenommen, sondern jedes Bild giebt einen wirklichen Fall wieder. Die Reihenfolge der fünf Bilder ist eine andere, wie die chronologische des Textes; sie wurde so gewählt zur leichteren ersten Orientirung des Lesers.

I.

31. October 1898. Neugeborener Knabe mit Phimose und Encephalocele; Nebennieren klein, sulzig. Etwa $2^1/_2$ Tage post mortem, aber gut erhalten, ohne Todtenflecke.

Injection der linken Niere von zwei Stellen der Substantia corticalis aus. Mitten aus dem Hilus ziehen drei selten anastomosierende, geschlängelte Stämme ziemlich parallel, fast genau horizontal, zu den lumbalen Drüsen. Auf der Mitte des Weges wird von dem höchsten Stamme (am meisten kopfwärts) eine längliche, etwa 2 bis 3 ^{cmm} Oberfläche präsentirende Drüse, die halb gefüllt ist und in der Höhe des Hilus liegt, durchsetzt. Sie ist als Schaltdrüse anzusprechen. Unter den lumbalen Drüsen, von denen fünf benachbarte und durch Stämmchen verbundene unterschieden werden, herrschen solche (vier) vor, welche in der Längsrichtung des Körpers langgestreckt sind. Alle sind zum grossen Theile gefüllt; die Stämme münden in drei derselben direct ein.

Auf der linken Seite wird eine Injection von der spärlichen Fettkapsel aus versucht, welche positiv auszufallen scheint. Es füllen sich einige Stämmchen, die für Lymphgefässe gehalten werden (siehe weiterhin).

Auf der rechten Seite wird vorsichtig Peritoneum und Fettkapsel entfernt und an mehreren Stellen in die Capsula fibrosa injicirt, aber ohne irgend

einen Erfolg. Die Extravasate breiten sich ziemlich gleichmässig unter der fibrösen Kapsel aus.

II.

4. November 1898. Neugeborener Knabe, gut entwickelt, wohl erhalten.

Injection in die linke Niere, und zwar nur in das oberflächliche Parenchym des untersten (caudalwärts gelegenen) Renculus, nach Entfernung der Umhüllungen. Es füllen sich, und zwar aus der Mitte des Hilus und aus dem mehr nach oben (oralwärts) gelegenen Abschnitte herauskommend, acht Stämme. Sie communiciren vielfach in spitzen Winkeln mit einander und verlaufen geschlängelt, und fast alle in einem nach unten concaven Bogen, zu einer einzigen, etwa 17 ^{mm} langen und 4 bis 6 ^{mm} breiten, der Aorta abd. anliegenden und theilweise aufliegenden, genau in deren Richtung sich erstreckenden Drüsenmasse. Sie füllen von dieser zunächst den oberen Theil, wohin sie alle convergiren, aber weiterhin sind auch andere Theile mit Farbstoff gefüllt. Drei Stämmchen von ihnen, die aus dem Hilus kommen, durchsetzen eine mehr der Niere, wie der regionären Drüsenmasse benachbarte fast runde kleine Drüse, aus der zwei Stämme hervorgehen. Die anderen Stämme ziehen über ihr (oralwärts) vorbei, ohne sie zu berühren.

Auf der rechten Seite werden ebenfalls von der Rindensubstanz aus zwei Stämme gefüllt, die aus der Mitte des Hilus heraus, parallel, schräg nach unten und medial ziehen, um dort in eine sehr grosse stark gelappte Drüsenmasse einzumünden. Die Lage der Gefässe ist unter der Nierenvene (dorsal); sie beginnen in der Höhe des Arterien-Ursprunges, und zwar eines über demselben (ventral), eines drunter. Die Lage der grossen gelappten Drüse ist unter der Vena cava; sie ist zum grossen Theil bis auf zwei an und unter der Art. renal. dextra liegende Lappen angefüllt.

III.

5. November 1898. Neugeborenes. Wenig gut erhalten.

Injection in das oberflächliche Parenchym der linken Niere: Vier Stämme ziehen direct zu den regionären Drüsen. Anscheinend ist keine interstationäre Drüse (Schaltdrüse) vorhanden.

IV.

17. November 1898. Neugeborenes Mädchen, gut erhalten. (Betreffs der Injectionsresultate ist bemerkenswerth, dass von diesem Falle ein Präparat mit Injection des Lymphcapillarnetzes der Muskelwand des Dünndarmes gewonnen wurde.)

Rechts. Bei Versuchen von der Capsula adiposa aus zu injiciren, erhält man entweder Extravasate, oder aber es gelingt kleine Strecken von Gefässen zu injiciren, deren Verlaufsart nicht den Schluss gestattet, dass es Lymphgefässe sind. Auch an anderen Stellen des subperitonealen Fettes misslingen die Versuche. Es gelingt nie von den gefüllten Gefässstrecken aus die Injectionsmasse in geschlossenen Gefässräumen bis zu Drüsen weiterzuschieben. Auch gelangt man oft in den Raum oberhalb der Capsula fibrosa, der sich leicht füllt.

Links. Von der Corticalsubstanz aus werden 7 Einzeldrüsen angefüllt, deren Vasa afferentia aber bei der Präparation nicht alle deutlich darstellbar sind. Die Vasa afferentia, etwa drei an der Zahl, welche bei der Präparation erhalten werden konnten, führen zu einer mittelgrossen auf der Aorta, etwas mehr beckenwärts wie die Mitte des Hilus, gelegenen Drüse, welche durch einen Gefässstamm mit einer kleineren, in der Tiefe hinter der Aorta gelegenen, in Verbindung tritt. Beide sind längs-oval und ganz gefüllt. Von der ersteren führen quer über die Aorta hinweg zwei Verbindungsstämme zu einer fast runden, mittelgrossen, theilweise gefüllten Drüse zwischen Aorta und Vena cava. Mit ihr liegt in dem Raume zwischen Vena renal. sinistra, Vena cava und Aorta eine kleine, runde ungefüllte Drüse. Zwei weitere gefüllte Drüsen von mittlerer Grösse liegen unter (tiefer) der Nierenvene, dem linken Rande der Aorta an. Ferner sind prall gefüllt zwei Drüsen von mittlerer Grösse, die drei Stämme zu einer kleinen, wenig gefüllten Drüse schicken, die hinter der Aorta liegt. Beckenwärts dazu liegt eine merkwürdig H-förmig gestaltete, grosse, nicht injicirte Drüsenmasse, deren linker Schenkel sich an die erstgenannte injicirte Drüse an dem linken Aortenrande, deren rechter gerader Schenkel sich zwischen Aorta abdom. und Vena cava anlegt. Der halb so kurze, quere Schenkel stellt eine Verbindungsbrücke quer über die Aorta hinweg, dar.

Injicirt wurde in diesem Falle auch die linke Nebenniere, aber es injiciren sich hier meist Venen, die bei der Präparation das Bild sehr stören. Auf der Oberfläche der linken Nebenniere erscheint jedoch auch ein Lymphgefässstamm injicirt, welcher vergesellschaftet mit einer Vene das Diaphragma durchsetzt.

V.

21. November 1898. Neugeborenes Mädchen. Guter Erhaltungszustand.

Von Erfolg begleitet ist nur die Injection in den unterem Abschnitt der rechten Niere. Es ziehen viel Stämme nach unten (beckenwärts) in einem nach oben offenen Bogen zu einer länglichen (Längsaxe parallel der Körperaxe), mittelgrossen Drüse am rechten Rande der Vena cava, die fast ganz gefüllt ist. Von ihr ziehen weiter drei Gefässe zu kleinen Drüsen, die unter der Vena cava liegen. Ueber die erste Drüse hinfort zieht aber ein starkes Gefäss zu einer entfernteren, runden Drüse in die Höhe, welche auf der Vena cava, also oberflächlicher liegt, und im unteren Venenwinkel.

Dargestellt wurde in diesem Falle wieder eine nicht injicirte grosse Drüsenmasse, welche an beiden Rändern der Aorta und etwas auf derselben liegt, dem linken unteren Nierenpole gegenüber. Sie hat diesmal mehr folgende schräg von rechts oben nach links unten, die Form: h, eines unvollständigen grossen, lateinischen H. Auch geht das Verbindungsstück etwas mehr schräg von rechts oben nach links unten, die Aorta überquerend.

VI. (Taf. IV, Fig. 5.)

28. November 1898. Knabe von einigen Wochen Alter. Seit mehr als drei Tagen todt, atrophisch. Injection gelingt von der Rindensubstanz beider Nieren aus.

Auf der rechten Reite erscheint dabei auf der Oberfläche ein Fleck, der bei Lupenbetrachtung aus kleinsten Spalträumen zusammengesetzt erscheint. Es kann jedoch wegen der geringen Frische des Materiales nicht entschieden werden, ob dies ein Netz präformirter Hohlräume und in welcher der Nierenhüllen es gelegen ist, zumal auch die sehr gefüllten und mehrfach angeschnittenen Venen stören (vgl. Fall XI und XII).

In diesem Falle haben wir es im Uebrigen mit einer interessanten Lageveränderung zu thun, welche ich im Bilde habe fixiren lassen. Die rechte Niere ist um ihre Längsaxe gedreht und von der grossen Leber medial- und beckenwärts verdrängt worden; durch die so geschaffene Lageanomalie ist der Hilus nach vorn gekehrt. Das Volumen der rechten Niere tritt bedeutend gegen das der linken zurück; ebenso erscheint die rechte Nebenniere in ihrer natürlichen Ausdehnung durch Beeinträchtigung des Raumes gehemmt zu sein. Luschka sagt in seiner Anatomie des menschlichen Bauches: „Durch Geschwülste und vergrösserte Nachbareingeweide können die Nieren in mancherlei Art aus ihrer normalen Lage verdrängt werden und ist es namentlich die vergrösserte Leber, welche das obere Ende der rechten Niere bisweilen so nach aussen verschiebt, dass ihr Hilus sich nach aufwärts kehrt.“ Die Betrachtung der Lymphdrüsen in diesem Falle, welche die Forscher meist unberücksichtigt lassen, ist eine sehr interessante, insofern als gerade auf der linken Seite, auf der eine abweichend grosse Niere vorliegt, die Lymphdrüsen eine besondere Anordnung zeigen.

Rechts sieht man aus zwei Stellen des nach oben gekehrten Hilus ein und drei Stämme austreten, welche sich sämmtlich zu einer mittelgrossen Drüse begeben, die in dem unteren Venenwinkel und etwas unter den Gefässen selbst gelegen ist. Hierfür, wie für die Verhältnisse der linken Seite, bitte ich die Abbildung anzusehen, wo die Lagebeziehungen, die nur weitschweifig zu beschreiben sind, auf das genaueste wiedergegeben sind.

Links kommen aus verschiedensten Stellen des Hilus strotzend gefüllte Stämme, von denen nur die unteren drei auffallend parallel ziehen, die Oberfläche der Nierenarterie erreichen und in einem nach unten offenen Bogen, nun vergesellschaftet mit einem vierten Stamm zu dem oberen Pole der langen, seitlich der Aorta an- und aufliegenden Drüsenmasse ziehen.

Dieser Drüse vorgelagert finden sich aber dem Hilus gegenüber zwei, dem oberen Pole benachbart drei, theilweise gefüllte, mittelgrosse Drüsen, auf der Nierensubstanz aufliegend; deren zuführende Gefässe mit ihren Anastomasen und Verzweigungen aus dem Bilde zu ersehen sind. Diese fünf Drüsen besitzen den Werth von Schaltdrüsen.

VII. (Taf. III, Fig. 3.)

30. November 1898. Neugeborenes Mädchen. Gut entwickelt, mit reichlichem Panniculus adiposus. Höchstens 12 Stunden post mortem in-

jicirt.[1]) Bei Injectionen der Nebennieren erscheinen Venenstämmchen mit typischer Verästelung.

Erfolgreich ist die Injection von der Rindensubstanz beider Nieren aus. Links entspringen dem Hilus, über (ventral von) den Venen, zwei typisch geschlängelte Stämme mit Verbindungen. Sie münden in zwei, oberflächlich liegende Drüsen, deren Zusammenhang mit einer dritten, weiter beckenwärts gelegenen Drüse, die ebenfalls injicirt ist, nicht dargestellt werden konnte. Von der mittelsten dieser drei Drüsen ziehen zwei Stämme in die Tiefe zu einer kleineren hinter der Aorta gelegenen Drüse.

Rechts ziehen Stämme, erst zwei, dann durch Theilung vier, in einem nach unten concaven Bogen zu einer grossen Drüse auf der Vena cava. Diese ist prall gefüllt und hat Verbindung mit einer zweiten, noch grösseren, etwas länger gestalteten, die mehr kopfwärts mitten auf der Vena cava liegt und etwa zur Hälfte gefüllt ist. Ebenso schickt die erste Drüse Zweige zu einer ganz grossen, langgestreckten Drüsenmasse am linken Rande der Vene, ohne diese zu füllen. Auch an der rechten Seite der Cava, zum grossen Theile unter ihr, liegt, fast an die erste ganz gefüllte Drüse anstossend, eine zweite ebenfalls ganz gefüllte, ohne dass die dünnen Verbindungsstämmchen dargestellt wurden. Und nun gehen noch mehrere lange Stämme, die Vene von hinten umgreifend, nach vorn zu einer grossen, ganz gefüllten Drüse, die fast unten an der Bifurcation mitten auf der Vena cava liegt.

Da ich das Verhältniss dieser regionären Drüsen der Nieren zu denen der Geschlechtsdrüsen studiren wollte, so injicirte ich auf dieser rechten Seite, wo ich so vollständige Füllungen erhalten hatte, von dem Ovarium aus. Die Injection gelingt stets ohne Schwierigkeit, ebenso wie vom Hoden aus. Man sieht nun wie diese Gefässe, mehrfach in bekannter Weise in spitzen Winkeln anastomosirend und sich von 13 auf 3 reducirend, erst den breiten Ureter dieser Seite, dann die Vena cava am rechten Rande und die dort beschriebenen Lymphgefässe überkreuzen, und dann am linken Rande derselben in fünf Drüschen endigen, die ein Theil jener grossen Drüsenmasse bilden, die auch von der rechten Niere aus erreicht wurde.

VIII. (Taf. III, Fig. 1.)

2. December 1898. Neugeborenes Mädchen; etwas atrophisch, ziemlich gut erhalten.

Rechte Niere. Von vielen Injectionsstellen der Substantia corticalis aus füllt sich doch nur ein dickerer, schräg nach abwärts ziehender und ein sehr dünner, horizontal nach der Mitte ziehender Lymphstamm. Auf der Oberfläche der Nieren bei erhaltener Capsula fibrosa werden keine Gefässe angefüllt; nach Entfernung der Capsel findet man schöne Stellulae Verheyenii injicirt. Der grosse Stamm geht in mehrere kleine Drüsen, die unter der Vena cava liegen. Der zarte horizontal verlaufende endigt in einer grossen, gelappten, theilweise gefüllten Drüse, die im Venenwinkel liegt und durch mehrfache Verbindung mit einer am linken Rande hinter

[1] Ueberlassen durch die Güte des Directors der Frauenklinik, Hrn. Geheimrath Küstner.

der Vena liegenden, mittelgrossen Drüse, und durch diese wieder mit den zuerst genannten drei kleinen communicirt.

Linke Niere. Hier gehen zwei Stämme etwas nach oben zu zwei kleinen, unter einander verbundenen Drüsen am linken Rande der Aorta. Von diesen geht in scharfer Knickung ein Stamm sich theilend weiter zu zwei Drüschen, die auf der Aorta im Venenwinkel dieser Seite liegen. Auch hier ist wiederum jene eigenartig gestaltete, sich nach unten hin an die eben beschriebenen Drüsen anschliessende Drüsenmasse dargestellt, welche die Aorta vorn umgreift und von den Nieren aus nicht gefüllt wird. Die Stämme verlaufen beiderseits unter den Venen.

IX.

8. December 1898. Grosser, neugeborener Knabe.

Injectionen von den oberflächlichen Theilen der Nieren aus misslingen. Vom Parenchym derselben aus füllen sich links zwei, rechts vier Stämme. Links werden drei mittelgrosse Drüsen gefüllt, die am lateralen Rande der Aorta anliegen, rechts zwei Drüsen an der Vene.

X.

9. Januar 1899. Grosses, neugeborenes Mädchen; sehr gut erhalten.

Linke Nebenniere. Von der Capsel aus gelingt es, ohne dass sich ein Netz füllt, ein Lymphstämmchen zu füllen, welches geschlängelt und Klappen führend, medianwärts und nach unten zu, in die Tiefe zieht. Es verbindet sich in der Tiefe mit Lymphgefässen der linken Niere; um dies zu sehen, muss die Nebenniere aufgehoben werden.

Linke Niere. Versuche an diesem Präparat von den Kapseltheilen aus zu injiciren geben nur Extravasate. Diese werden beseitigt und von der Rindensubstanz aus an vielen Stellen injicirt. Es füllen sich sechs Stämme, die in der ganzen Breite des Hilus aus diesem austreten. Sie gehen unter einander Verbindungen ein, sind dünn, nirgends geht ein Zweig zu Theilen der Nierenkapseln. Die Drüsen sind kleiner und auch zusammen viel geringer an Masse wie rechts, sie liegen in Längsreihe am linken Rande und auf der Aorta auf. Unter der Aorta werden keine Drüsen, wohl aber gewundene Verbindungsstämme nach der rechten Seite hin gefunden.

Rechte Niere. Von den obersten Schichten der Fettkapsel aus wird an der unteren Hälfte der Niere ein Gefäss und dessen netz- oder schleifenartiger Anfang injicirt. Das Gefäss zieht dicht unter dem Peritoneum nach der Mitte in weitem, nach oben offenem Bogen, überkreuzt die auch hier vom rechten Ovarium aus injicirten, parallelen Lymphstämme und endet in einer Drüse, welche am rechten Rande der Aorta liegt. Dieser Drüse schliessen sich nach oben hin von den Lymphstämmen des Parenchyms aus gefüllte, unter der Vena cava gelegene, längliche, recht ansehnliche Massen an, die sich als sechs grosse (mehrere deutlich bohnenförmige) und zwei kleine, unter einander vielfach verbundene Einzeldrüsen erweisen. Die Stämme, sechs an der Zahl, von denen aus sie gefüllt werden, sind zart und liegen tiefer wie die Nierenvene, aber über der Arterie.

XI. (Taf. III, Fig. 4.)

11. Januar 1899. Neugeborenes Mädchen.

Ausgedehnter Hydrops anasarka. (Leicht gelingen von den Capillaren der Cutis-Lymphgefässe aus Injectionen im hydropischen Unterhautzellgewebe.) Dieser Fall wird benutzt, um wiederum Injectionen von den Nierenhüllen aus zu versuchen, welche in Anbetracht der Resultate im vorigen Falle X gerade hier Erfolg versprechen.

Rechts wird durch 4 bis 6 Einstiche dicht unter dem peritonealen Ueberzug stellenweise ein Capillarnetz injicirt; die Züge bilden ein Längsmaschenwerk, welches Nebenniere und Niere in gleicher Weise zukommt. Es lassen sich immer nur kurze Strecken darstellen, die aber doch, wie das Bild zeigt, eine deutliche Vorstellung der Verhältnisse geben. Das Netz und grössere Stämme, welche daraus hervorgehen, überschreiten nicht nur die Grenzen von Niere und Nebenniere, sondern setzen sich auch lateralwärts weiter fort. Die Lymphstämme münden in die lumbalen Drüsen, und zwar ist am deutlichsten ein Randgefäss vom unteren Nierenpole, welches in der Gegend, wo der rechte Ureter sichtbar wird, über eine runde Drüse, die bereits auf der Vena cava liegt, hinwegzieht zu der zwischen Aorta und Vena cava gelegenen Drüsenmasse. Hierher convergiren alle Gefässe der rechten Seite.

Links ist die Injection weniger reichlich, das Längsmaschennetz und der rücksichtslose Uebergang auf die Nachbarschaft tritt aber ebenfalls charakteristisch hervor. Von Stämmen ist nur einer, nämlich der vom Scheitel der linken Nebenniere herabkommende deutlich injicirt; er mündet in Drüsen, die im Venenwinkel zwischen Aorta, Vena cava und Vena ren. sinistra und unter den Venen liegen.

Der günstige Zustand des Präparates führte zu Versuchen auch in anderen Gegenden, von denen in der Figur Gefässe aus verschiedenen Theilen des Ureters und solche des linken Ovariums dargestellt sind. Die Lymphgefässe, welche vom Ureter kommen, theilen sich darnach in zwei Gebiete: die oberen gehen zu Drüsen, welche der Iliaca communis anliegen, die unteren dagegen steigen ins kleine Becken zu den hypogastrischen Drüsen. Von den Ovarien aus ziehen auf dieser linken Seite die Stämme weit hinauf bis gegenüber vom Nierenhilus zu lumbalen Drüsen, welche am linken Rande der Aorta gelegen sind.

Auspräparirt sind auch sonst noch Drüsenmassen, die sehr deutlich waren. Ueberall in der Medianlinie wurde der Schleier, den das Peritoneum bildet, entfernt, die seitlichen Gegenden mit den oberflächlichen Gefässen geschont. Der schwierigen Aufgabe, die in der Wiedergabe dieser Verhältnisse lag, hat sich der Künstler Herr Loeschmann mit besonderem Geschick unterzogen.

XII. (Taf. III, Fig. 2.)

12. Januar 1899. Neugeborenes Mädchen; gut erhalten.

Die Nierenhüllen werden beiderseits bis auf das tiefste fibröse Blatt entfernt.

Die Injectionen erfolgen rechts möglichst oberflächlich in die Substanz, links mit sehr fein ausgezogenen Canülen in die fibröse Kapsel selbst. Auf

diese Weise erhält man rechts ausser den Lymphgefässen am Hilus, schöne, zarte Venensterne auf der Oberfläche; links bekommt man über grössere Strecken hinweg eine Färbung der Kapsel, die keine Gefässe unterscheiden lässt, die aber schon makroskopisch und mehr noch mit der Lupe erkennen lässt, dass wir es hier nicht mit Extravasaten oder diffusen Durchtränkungen mit Farbstoff zu thun haben.

Auf die mikroskopische Untersuchung dieser Theile wird in Capitel VI eingegangen werden.

Tiefe Gefässe der rechten Niere. Zwei Stämme, zu deren Darstellung die Nierenvene beseitigt wird, theilen sich weiterhin und es ziehen drei Stämme annähernd horizontal zu Drüsen unter der Vena cava; ein starkes Gefäss weiter beckenwärts über die Vene hinweg zu zwei länglichen, wie jene theilweise gefüllten Drüsen, welche unter sich und mit den ersteren communiciren und zwischen den beiden grossen Blutgefässen liegen. Unter einer länglichen Drüsenmasse hinweg, welche dem rechten Rande der Aorta aufliegt, geht ein Verbindungsstamm zu den regionären Drüsen der linken Seite.

Links zieht ein stärkeres Gefäss oberhalb der Nierenvene, die anderen tiefer. Sie ziehen auf der linken Seite alle fast horizontal, nicht so weit beckenwärts, wie rechts. Die vielfach unter einander verbundenen regionären Drüsen, deren Füllungszustand, wie alle in Betracht kommenden Eigenschaften auf das Genaueste im Bilde wiedergegeben sind und abgelesen werden können, liegen auf der Aorta, die grosse Masse derselben an der linken Seite dieses Gefässes. Die ersten Drüsen jedoch, die erreicht werden und hier wieder auch vom Ovarium injicirt sind, liegen noch etwas entfernt vom Rande der Aorta.

Litteratur zu Capitel IV.

Hubert Luschka, *Die Anatomie des menschlichen Bauches.* Tübingen 1863. S. 290—291.

V. Capitel.

Die regionären Drüsen der Nieren, ihre Vasa afferentia und Schaltdrüsen.

Die grosse Gruppe der lumbalen Lymphknoten, denen die regionären Knoten der Nieren zuzurechnen sind, werden von den Anatomen übereinstimmend nach Maassgabe der Beschreibungen Sappey's und Cruveilhier's geschildert.

Die beiden mächtigen Lendengeflechte, sagt Rauber, liegen zu beiden Seiten der Vorderfläche der Lendenwirbelsäule, dicht an der Aorta und Vena cava inferior. Sie schliessen 20 bis 30 meist grosse Glandulae lumbales ein. Wie Rauber, so bezieht sich auch Joessel auf Sappey; Gegenbaur, Merkel, Langer-Toldt schliessen sich ihnen an.

Henle folgt C. Krause und wir lesen im Handbuche W. Krause's etwas ausführlicher, dass man unter glandulae lumbales zu verstehen habe: alle die 20 bis 25 zum Theile recht grossen Drüsen an der hinteren Bauchwand, welche hinter dem Peritonealsack, vor den Mm. psoas major, quadratus lumborum und des Pars lumbalis des Diaphragma liegen und die Aorta descendens abdominis, sowie die Vena cava inferior, besonders an ihrer hinteren Seite umgeben. Man unterscheidet: Glandulae lumbales inferiores und superiores, welche aber durch zahlreiche ein- und ausführende Lymphgefässe vielfach mit einander zusammenhängen und den sehr entwickelten Plexus lymphaticus lumbalis bilden; ebenso bezeichnet Cruveilhier als Lympho-glandulae lumbales aorticae die mittleren, grösseren an der Bifurcation und um den Stamm der Aorta, und als L. gl. lumbales transversariae die zwischen den Querfortsätzen der Lendenwirbel gelegenen Drüsen; alle hängen unter einander zusammen (Henle).

Es münden in die lumbale Drüsengruppe Stämme von den Glandulae iliacae externae, hypogastricae und sacrales (Sappey) inguinales (Henle), ferner Vasa afferentia vom Lendentheil der Bauchwand, den tiefen Rückenmuskeln, den Wirbelhöhlen (Brösicke), aus den paarigen Baucheingeweiden, den Nieren und Nebennieren, ferner aus einigen Beckeneingeweiden, dem Fundus und dem oberen Theile des Corpus uteri, der Tube, dem Ovarium (bezw. Hoden), der Flexura sigmoidea.

Hier wären auch zwei jüngere Arbeiten heranzuziehen, die von Bruhns (Berlin) und Most (Breslau), welche einen Theil der Lumbaldrüsen injicirt haben. Bruhns bezeichnet die Injection von den Ovarien aus als ziemlich leicht und gelangte zu 5 bis 10 Drüsen, welche unregelmässig vertheilt vor und dicht neben der Aorta liegen, Most giebt als regionäre Drüsen des Hodens 2 bis 4, selten mehr, an, in welche die Lymphstämme zuerst münden. Rechts liegen die Drüsen der Vena cava inferior auf und eine dicht oberhalb der Bifurcation, links liegen sie seitlich von der Aorta und unweit der Nierenvene.

Was die angegebenen Zahlen betrifft, so muss ich auf die Auseinandersetzungen in meinen früheren Arbeiten verweisen, wo ich dagegen aufgetreten bin, dass die Drüsen ohne Rücksicht auf ihre Grösse, gegenseitige Lage, Verbindung u. s. w. als gleichwerthig angesehen und gezählt werden.

Nach den Ergebnissen unserer in Capitel IV dargestellten Injectionen hätte ich hinzuzufügen, dass die regionären Lymphdrüsen der Nieren zu den oberen lumbalen gehören und zwar werden rechts leichter, wie links Drüsen gefüllt, die der Bifurcation nahe liegen. Kleine Drüsen, welche nur selten auf halbem Wege zwischen Hilus und den grossen Gefässen angetroffen werden, sind als Schaltdrüsen anzusehen. Was die regionären Drüsen betrifft, so liegt rechts ein

Drüsenindividuum gerne in dem Winkel zwischen der Nierenvene und der Vena cava, doch kann sie auch unter und auf diese Vene rücken. Ihr schliessen sich beckenwärts in gerader oder mehr schiefer Richtung längliche Drüsen an, welche entweder durch Stämme ausgiebig verbunden sind oder gar durch Drüsensubstanz confluiren. Sie communiciren mit einer meist ausgeprägt länglichen Masse zwischen den beiden grossen Bauchgefässen und theils durch diese, theils selbstständig vor und hinter der Aorta mit denen der linken Niere. Links liegen die Drüsen am Rande und etwas neben der Aorta.

Wer die Resultate meiner Injectionen sorgfältig durchsieht, muss es ferner mit mir für unmöglich halten, in dieser Gegend die Drüsen zu zählen und damit einen mittleren Ort anzugeben, wo sich Theile der Gesammtdrüsenmasse in Individuen gesondert, meist vorfinden werden, was ich früher unter dem Ausdruck: Bestimmung der Drüsenindividuen zusammengefasst habe, ohne überall verstanden zu werden. Hierauf muss also verzichtet werden; und die Frage, ob in der Gruppe der lumbalen Knoten eine Absonderung derjenigen der Nieren von denen der Hoden und Ovarien, möglich ist, ferner von denen der Nierenoberfläche, muss rundweg mit Nein beantwortet werden.

Die Eintheilung einer grossen Lymphdrüsengruppe findet nach ganz anderen Principien als dem der peripherischen Bezirke statt, worauf wir im Folgenden noch eingehen werden.

Sehen wir vorher einmal die diesbezüglichen Vorstellungen solcher Forscher nach, welche auf die Eintheilung einer grösseren Drüsengruppe oder die Aussonderung eines besonderen Bezirkes derselben Mühe verwandt haben. Vor allen kommen hier die Arbeiten von Grossmann „Ueber die Lymphgefässe und -Bahnen der Achselhöhle" und von Gerota „Die Lymphgefässe des Rectums und des Anus" in Betracht.

Grossmann hatte im chirurgischen Interesse sich die Aufgabe gestellt, für die Drüsen der Achselhöhle genauere Details in Bezug auf Zahl, Lage, Gruppirung zu geben und die hier in Betracht kommenden verbindenden und proximal verlaufenden Bahnen genauer festzustellen. Die Zahl der Drüsen variirt ungemein: 10 bis 27 bis 36. Rechts werden mehr wie links gefunden. Betreffs der Ungleichheiten des Geschlechts ist kaum etwas Allgemeines zu folgern; die Weiber haben der Mamma wegen mehr wie die Männer; ein Schluss auf den Einfluss des Berufes ist schwer zu ziehen; betreffs des stetigen Zurückgehens im höheren Lebensalter finden sich Ausnahmen.

Die Drüsen der Axilla theilt Grossmann, nach Ausschluss der infraclavicularen ein zuerst nach der Lage in brachiale, subscapulare, intermediäre und subpectorale, verwirft aber eine solche Eintheilung dann

wieder (S. 39). Denn er hält es für ein besseres Princip, solche Drüsen zu Gruppen zusammenzufassen, „die nach den Injectionen ihre Vasa afferentia von gleichen Regionen erhalten, wobei allerdings von vornherein anzunehmen ist, dass diese Gruppen auch örtlich zusammengefasst sind, also mit den Lagegruppirungen ziemlich übereinstimmen werden“. Und Grossmann meint wirklich unterscheiden zu können 1. oberflächliche und tiefe Lymphgefässe des Armes münden in 1 bis 6 (bis 8) Glandulae brachiales, 2. die Schulter-, Nacken-, Rücken- und Lendenregion haben ihre Glandulae 1 bis 5 subscapulares, 3. Oberbauch, Brust und Mammae zu Glandulae mammariae, 4. zwischen allen in der Mitte liegen die Glandulae centrales s. intermediae, welche meist am grössten von allen sind, und mit allen drei Gruppen in Verbindung stehen.

Trotzdem dem Untersucher die Sonderung möglich war, fordert er doch für die Chirurgie totale Ausräumung; das Stehenlassen einer anscheinend gesunden Drüsengruppe wird nicht empfohlen.

Ganz anders war in dieser principiellen Frage das Resultat Gerota's.

Gerota schliesst sich betreffs der Eintheilung der Inguinaldrüsen an Quénu an und theilt dieselben in fünf engere Gruppen ein. Diese Eintheilung einmal angenommen, findet er ebenso wie Quénu und Testut meist die obere Innengruppe vom Anus aus gefüllt. Indessen kann auch die untere Innengruppe oder beide gleichzeitig mit dem Gebiete des Anus direct verbunden sein. Ausserdem schwanken Zahl und Lage der Inguinallymphdrüsen bei den verschiedenen Individuen, auch sind die Gruppen sehr häufig in keiner Weise von einander getrennt. Danach sei es nicht möglich, eine Eintheilung der grossen Inguinalgruppe in kleinere Gruppen, wie sie für die Pathologie wichtig wäre, zu geben, wiewohl der Standpunkt der topographischen Anatomie solche genaueren Eintheilungen rechtfertige. Oder besser gesagt: Es ist nach Gerota's sorgfältigen Untersuchungen festgestellt, dass sich aus den Inguinaldrüsen nach Maassgabe der Quellgebiete nicht Drüsen aussondern lassen, welche nach Zahl und Lage genauer bestimmbar wären. Also ist es hier, wie bei den Lumbaldrüsen, nicht möglich, dieses natürliche Eintheilungsprincip anzuwenden. An anderer Stelle habe ich die Eintheilungsart nach Sappey, Quénu u. s. w. als eine künstliche bezeichnet.

Vielleicht möchte aber nun Jemand die so verschiedenen Resultate Grossmann's und Gerota's durch die Eigenthümlichkeit der von beiden untersuchten Gegenden erklären. Ist es aber schon von vornherein recht unwahrscheinlich, dass sich am menschlichen Körper die Ausgestaltung ein und desselben Systemes an zwei Localitäten so verschieden verhalte, so müssen doch zur Entscheidung der Frage weitere Gegenden herangezogen werden und ich komme

so auf meine eigenen Untersuchungen. Mir war es möglich, sämmtliche submaxillaren Drüsen, unter denen ich eine als Hauptdrüse unterschied, wenn auch oft nur partiell, von der Haut der Wangen aus zu injiciren, trotzdem für diese Drüsengruppe noch viele andere peripherische Gebiete in Betracht kommen. Daraus folgt aber gerade, dass die Drüsen nicht den einzelnen Gebieten zugetheilt sind.

Allerdings giebt es kleine Drüsen, welche lediglich ihre Lymphe von einem peripherischen Gebiete beziehen und deshalb auch nur von dortaus injicirbar sind, aber sie lassen sich unschwer von den regionären Gruppen sondern, liegen mehr peripheriewärts, gleichsam in die Stämme eingeschaltet, bevor diese die regionäre Drüsengruppe erreichen. Sie wurden von mir früher als Schaltdrüsen bezeichnet und näher charakterisirt.

Andererseits habe ich dafür Beispiele erbracht, dass aus ein und derselben Gegend verschiedene Drüsen, und nicht immer die nächsten, gefüllt werden.

Auch unter den lumbalen Drüsen fanden wir keine Trennung nach den Quellgebieten; wäre eine solche vorhanden, so müsste eine hieraus sich ergebende Eintheilung die reinste und natürlichste genannt werden. Aber die Betrachtung vieler Fälle lässt doch eine andere natürliche Eintheilung erkennen, wenn man die Drüsenmasse einer Gegend an sich und ihre Auftheilung in Drüsenindividuen in's Auge fasst; dabei möchte ich — wenn man schon vom principiellen Standpunkte auf jene erhoffte Eintheilung zu verzichten hat — dennoch auch der relativen Häufigkeit, mit der gerade einige Drüsen zu einzelnen Gegenden in Beziehung stehen, immerhin Werth beimessen, insofern der Arzt gewohnt ist mit der Wahrscheinlichkeit zu rechnen. Also auch das, was sich „meist" vorfindet, hat entschieden seinen Werth, gerade für den Praktiker.

Es sei hier noch gestattet, darauf hinzuweisen, wie in der älteren und neueren Litteratur die Autoren vielfach „Schaltdrüsen" gefunden haben, ohne den Gegensatz zu den regionären zu betonen, aus dessen Hervorkehrung ich einigen Vortheil ersehen möchte.

So lassen sich als Beispiele anführen:

Eine kleine Drüse, die ich selbst mehrfach injicirt habe, beschreibt zuerst Sappey im Sulcus deltoideo-pectoralis als inconstant. Auch Grossmann fand dieselbe.

Ganglions géniens sind den submaxillaren Drüsen vorgeschaltet. Mir gelang es bisher nicht, solche zu finden. Der letzte, welcher sie injicirt hat, ist R. Petit in Paris.

Aus der Mucosa des Rectums entstehen die oberen Hämorrhoidal-Lymphgefässe; sie folgen den Seitenflächen des Rectums und durchsetzen zuvor die anorectalen Lymphdrüsen, ehe sie in ihre regionären Drüsen, die im Mesorectum liegen, einziehen.

Die, ebenfalls von Gerota, als Lymphoglandulae vesicales (laterales u. s. w.) beschriebenen Drüschen (*g*, *h* der Figuren) dürften desgleichen Schaltdrüsen sein.

Hierher gehören auch die von Sappey und jüngst wieder von Bruhns nachgewiesenen, nicht constanten Drüschen, welche am Schenkelring unterhalb der Fascia lata femoris liegen, und welche ohne Injection schwerlich aufzufinden sind.

Grossmann sagt von den Lymphoglandulae thoracicae aus, dass sie im Gegensatz zu den axillaren in ihrer Lagerung inconstant seien.

So gehören wohl auch die Thoracicae superficiales und profundae, die Popliteae, ferner die Gastro-epiploicae superiores und inferiores, die Hepaticae und Splenico-pancreaticae hierher.

Auf das seltene Vorkommen von Schaltdrüsen der Nieren hatte ich hingewiesen (Cap. IV, Fall I, II und VI); in den langen Gefässen der Hoden sind keine gefunden worden, aber ein einziges Mal injicirte ich ein Drüschen, welches auf halbem Wege den Ovariallymphgefässstämmen eingeschaltet war. Mikroskopisch konnte nachgewiesen werden, dass es sich nicht um ein Extravasat oder um blosse Knäuelbildung handelte, sondern dass wirklich ein kleines Drüschen vorhanden war. Bei der Durchsicht von etwa zwanzig, von Collegen angefertigten Präparaten, fand ich wiederum nur ein einziges Exemplar, in welchem auf der rechten Seite ein Ovarialgefäss eine kleine längliche Schaltdrüse aufwies.

Ueber die aus dem Hilus austretenden Lymphgefässstämme wäre wenig zu sagen, doch möchte ich daran festgehalten wissen, dass hier einzelne, wohl unterscheidbare, obwohl öfters in der bekannten Art anastomosirende, Stämme vorhanden sind, nicht aber eine Netzbildung.

Der geschlängelte Verlauf ist fast direct medial gerichtet, öfters im Bogen, öfters mit scharfer Knickung, wie das des Genaueren in Capitel IV beschrieben worden ist.

Für eine Bestimmung der Zahl und ihr Verhältniss zum Caliber schienen Anfangs Anhaltepunkte vorzuliegen, aber unsere Methode ist wohl dafür sehr ungeeignet. Ueberlegt man, dass wir wohl nie vollständige Injectionen vor uns haben, im Gegentheil der Natur der peripherischen Application nach die Masse sich den Weg des geringsten Widerstandes sucht, so kann weder die Zahl der Stämme

bestimmt werden, noch auch jeder scheinbar abweichende Befund anders als eine gerade diesmal gelungene Injection gedeutet werden — vielleicht als die eines vorhandenen Nebenweges. So muss verfahren werden, bis wir eine Methode haben, welche Garantie für vollständiges Arbeiten bietet. Darnach habe ich auch die in einem einzigen Falle gefundenen Verbindungswege zwischen Prostata und Harnblasenwand als innerhalb der Grenze des Gewöhnlichen fallend erklären müssen, zumal hier noch andere Ueberlegungen hinzukamen, diese Auffassung gegenüber der, welche hier ein „abweichendes Verhalten“ vorzufinden glaubt, zu sichern.

Anastomosen zwischen Lymphgefässen und Venen habe ich weder hier noch in der Inguinalgegend, wo sie erst kürzlich wieder von Leaf beschrieben wurden, je gefunden. Mit Recht werden nur am letzten Ende der grossen Lymphstämme und am Halse aussergewöhnliche Einmündungen in die Venen als Theilungen und Deltabildungen der Ductus angenommen, Leaf's Irrthum aber ist schon von Cruveilhier in so wirksamer Weise behandelt worden, dass hier nur auf diesen verwiesen zu werden braucht.

Die Lymphgefässe der Ovarien reduciren ihre Zahl bald auf ungefähr acht, wie auch Bruhns angiebt, während Most vom Hoden aus weniger, 4 bis 6 annimmt. Hieraus zu folgern, dass das Ovarium mehr Lymphstämme aussendet, wie der Testikel, ist wohl ebenfalls verfrüht.

Die Gefässe der Nieren ziehen nicht mit den Arterien oder den Venen, sondern liegen zum grössten Theile unter dem Niveau der Venen, öfters aber auch über ihnen.

Als Hauptergebniss für die allgemeine und topographische Anatomie möchte ich am Schlusse dieses Capitels sagen:

Die Gesammtdrüsenmasse, welche sich in der Regio lumbalis befindet, und welche mit den verschiedenen Territorien durch Lymphgefässe in Verbindung steht, muss bei einem Individuum in jedem Alter eine bestimmte, nur nicht näher gekannte Grösse haben; sie zerfällt in einzelne Drüsenindividuen, nicht nach Maassgabe dieser einzelnen Territorien, sondern nach dem zur Verfügung stehenden Raum, den die anderen angrenzenden Theile übrig lassen. Der Zerfall der Masse in länglichrunde Drüsenindividuen wird angestrebt, ohne dass vorläufig zu erkennen ist, wonach sich der Zusammenschluss einer Anzahl von Follikeln zu einer Einzeldrüse und der Zusammenschluss solcher zu Drüsenindividuen richtet; — jedenfalls handelt es sich dabei um Ursachen, die in der inneren Oekonomie des Organismus begründet sind. Eines ist aber erkannt worden, dass die länglichen,

lappigen oder sonstwie gestalteten, Gebilde diese Gestalt nur annehmen, und einen bestimmten Platz nur ausfüllen in Anpassung an den zur Verfügung stehenden Raum.

Die Lymphstämme, deren Zahl nicht zu bestimmen ist, enthalten selten Schaltdrüsen und münden nie in Venen ein.

Litteratur zu Capitel V.

Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* Paris 1876. T. II. Angiologie.

Cruveilhier, *Anatomie descriptive.* Paris 1852. T. III.

Rauber, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* 1893. 4. Aufl. II. Theil. S. 226.

Joessel, *Lehrbuch der topographisch-chirurgischen Anatomie.*

Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* 1899. 7. Aufl. Bd. II.

Merkel, *Handbuch der topographischen Anatomie.* 1899. Bd. II.

C. v. Langer-Toldt, *Lehrbuch.* 1897.

Henle, *Handbuch der Gefässlehre des Menschen.* 1868. S. 437.

W. Krause, *Specielle und makroskopische Anatomie.* Hannover 1879. S. 719.

G. Brösicke, *Cursus der normalen Anatomie des menschlichen Körpers.* 1892. 3. Aufl.

C. Bruhns, Ueber die Lymphgefässe der weiblichen Genitalien nebst einigen Bemerkungen über die Topographie der Leistendrüsen. *Dies Archiv.* 1898. Anat. Abthlg. S. 63 u. A.

A. Most, Ueber die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Hodens. *Ebenda.* 1899. Anat. Abthlg. S. 313.

F. Grossmann, Ueber die axillaren Lymphdrüsen. *Inaug.-Diss.* Berlin 1896. S. 35, 37 u. A.

D. Gerota, Die Lymphgefässe des Rectums und des Anus. *Dies Archiv* 1895. Anat. Abthlg. S. 240. I. Die Lymphgefässe des cutanen Theiles des Anus.

Derselbe, Ueber die Anatomie und Physiologie der Harnblase. *Ebenda.* 1897. Anat. Abthlg.

H. Stahr, Die Zahl und Lage der submaxillaren und submentalen Lymphdrüsen vom topographischen und allgemein-anatomischen Standpunkte. *Ebenda.* 1898. Anat. Abthlg. S. 444 ff.

Derselbe, Ueber den Lymphapparat des äusseren Ohres. *Anatomischer Anzeiger.* 1899. Bd. XV. S. 381 ff.

Derselbe, Bemerkungen über die Verbindungen der Lymphgefässe der Prostata mit denen der Blase. *Ebenda.* 1899. Bd. XVI. S. 27 f.

R. Petit, *De la tuberculose des ganglions du cou.* I. Chap. Disposit. anatomique des ganglions cervicaux et de leur territoires lymphatiques. Paris 1897. (Quecksilberinjection.)

H. Cecil Leaf, A method of injecting the lymphatic vessels. *Lancet.* 1898. June 18.

VI. Capitel.

Der sogenannte oberflächliche Lymphapparat der Nieren.

Die Frage nach dem Vorhandensein eines besonderen Lymphgefässnetzes der Nierenhüllen, bezw. nach dem Orte eines solchen, ist eine recht viel umstrittene. Die Zweifel Ludwig's und Koelliker's sind schwerwiegend, die Angaben Teichmann's und Sappey's unbestimmter Natur. Von allem, was hierüber gesagt worden ist, können wir uns eigentlich nur an Dogiel fester anlehnen, welcher ein Lymphgefässnetz der Capsula adiposa beim Hunde beschreibt (s. Cap. III dieser Arbeit).

Bevor ich die oben (S. 52) citirte, kritische Bemerkung Ludwig's las, nach der es sich wohl um Venen handeln könnte, hatte ich mich bei Thieren, zuerst bei Kaninchen, Hunden und Katzen, vergeblich bemüht, natürlich injicirte Lymphgefässe auf der Niereroberfläche zu sehen, während ich sie an anderen Stellen, im Zwerchfell, Mesenterium, auf der Leber oft mit der Lupe habe beobachten können. Grossmann's Untersuchungen über das Lymphsystem der Achselhöhle basiren zum grössten Theile auf solchen Befunden, die an phthisischen Leichen gemacht wurden. Vergeblich hat aber auch Stilling auf der Oberfläche der Nebennieren nach diesen mit Lymphe gefüllten Gefässen gesucht und meint, dass die positiven Befunde auf einem Irrthume der Autoren beruhen.

Mir kam es vor Allem darauf an zu erweisen, ob Dogiel's Angaben beim Hunde auch für den Menschen maassgebend sind. Von einer Darstellung durch Versilbern versprach ich mir wenig Erfolg und so blieb mir nur die Injection, welche die Berichte in Capitel IV ergeben. Dort habe ich im Falle X dargestellt, wie es mir zuerst gelungen ist Lymphgefässstämme zu injiciren, die von der Kapsel herkommen mussten, und wie mir in Fall XI ein Hydrops anasarka unverhofften Erfolg verschaffte.

In anderen Schichten als dicht unter dem Peritoneum ist es mir bei Kindern ebensowenig, wie Dogiel beim Hunde, möglich gewesen, ein Lymphgefässnetz nachzuweisen. Dass aber jenes Netz der Nebenniere und Niere zugehört und nicht dem Peritoneum, darauf weist uns die eigene Maschenrichtung desselben hin und die Analogie mit anderen Organen. So sagt Teichmann sehr richtig: „dass die Saugadern, welche in den die Organe überziehenden serösen Häuten sich finden, nicht den Häuten als solchen, sondern den entsprechenden Organen angehören, geht schon daraus hervor, dass ihr Reichthum von den Organen selbst abhängt u. s. w.“ Derselben Ansicht giebt auch Sappey Ausdruck.

Eine Einmündung der abführenden Stämme am Hilus in die grossen Lymphstämme des Nierenparenchyms findet nicht statt, die Lymphe geht vielmehr gesondert in dieselben Drüsen. Dass bei den alten Autoren eine Verwechselung mit Venen, wie sie Ludwig vermuthet, vorliegt, erscheint mir gerade in diesem Punkte sicher. (Siehe Cruikshank, Mascagni, auch Sappey.)

Die Katzenniere zumal hat sehr starke, tief in's Parnechym einschneidende oberflächliche Venen, welche sich am Hilus mit der Nierenvene vereinen. Eine Capsula adiposa ist nur in den seitlichen Theilen, dort aber reichlich, vorhanden. Die fibröse Kapsel ist derb. Bei Injectionen tritt die Masse meist unter die fibröse Kapsel als Extravasat, Lymphgefässe sind nicht nachweisbar. Auf jeder Fläche ziehen etwa fünf stärkere Venen zum Hilus; sie anastomosiren am äusseren Rande.

Auch an der Hammelniere, die doch weit grössere Dimensionen zeigt, konnten Lymphgefässe der Fibrosa nicht dargestellt werden. Allerdings füllten sich auf kurze Strecken von den obersten Schichten der Rinde aus feine Sternchen, die ich aber für Venen halte. Die Capsula adiposa ist hier bekanntlich mächtig entwickelt, die Capsula fibrosa ist sehr zart.

Mit Gerota's Blau und Berlinerblau-Glycerin wurde, wie oben berichtet, noch an vielen Thiernieren gearbeitet ohne entscheidenden Erfolg. Bemerkenswerth ist die Injection an der Pferdeniere. Die Fettkapsel ist ziemlich entwickelt, die fibröse Kapsel sehr derb. Hier schienen sich bei Einstich in die Capsula fibrosa auf kurze Strecken zarte Gefässe anzufüllen, aber ihre Natur konnte ich nicht sicher feststellen. Beim Einstich in die Corticalis sah ich öfters einzelne Lymphstämme gefüllt, welche die Kapseln durchbohrend bis unter's Peritoneum verliefen. Sie treten theils mit Venenstämmchen zusammen, theils allein aus kleinen Einsenkungen der Niere heraus und stellen Communicationen zwischen einem oberflächlichen subperitonealen Netze und den tiefen Lymphgefässen dar.

Die oberflächlichen Gefässe habe ich ferner mit Hülfe der Golgi'schen Methode bei der Ratte dargestellt. Ist die ganze Niere in Alkohol gehärtet, so zieht sich leicht die Kapsel, welche gespannt blieb, ab und kann in Origanumöl untersucht und später conservirt werden. An der Kapsel der ausgewachsenen Ratte sieht man unter dem Peritonealendothel ein helles Netz von Lymphcapillaren, dessen Maschen 48 bis 250 μ weit sind. Das Caliber dieser Gefässe ist 6 bis 8 bis 12 μ stark. Auf braunrothem Grunde bemerken wir zwischen ihnen ein ebenfalls helles Netz zackiger Felder, die meist communiciren, und zwar mit Fortsätzen allerzartester Art. Hier haben wir die ausgesparten Zellen Ranvier's, bezüglich die Saftlücken v. Recklinghausen's vor uns. An manchen Stellen scheinen mir diese Räume mit

den Capillaren zu communiciren, jedoch will ich diesen Bildern, die so verschieden gedeutet werden, keinen allzu grossen Werth beilegen.

Die Nieren von Kaninchen wurden versilbert. Sie kamen ganz frisch in eine Lösung von Silbernitrat 1:500 in's Dunkle auf $^1/_2$ Stunde. Abwaschen in fliessendem Wasser; — dem Lichte aussetzen bis zur Bräunung; Alkoholhärtung. Die Kapsel wurde wie oben abgezogen und aufgehellt.

An solchen Stücken kann man gut die Ranvier'schen culs-de-sac der Lymphgefässcapillaren beobachten. Die Capillaren sind hell auf gelbbraunem Grunde und leicht an ihren Endothelien mit den typischen Grenzlinien zu erkennen. Das Caliber des Capillarnetzes ist sehr ungleich, die Durchmesser variiren von 24 bis 78 μ. Die Enden sind meist aufgetrieben, 138 μ breit, ja 192 μ. An die abgerundeten Enden kann sich ein Blindsack anschliessen, der etwa 5 μ breit und ebenfalls abgerundet ist. Also entweder enden diese Capillaren blind, aufgetrieben, oder es sitzen daran wie Knospen die kleinen culs-de-sac Ranvier's.

An vielen Stellen ist auch hier wieder das fragliche helle Lymphspaltensystem dargestellt und communicirt zum Theil anscheinend mit den Säckchen oder den Capillaren. Es misst 2 bis 12 μ, hält sich aber meist zwischen 3 und 6 μ. Die vielfach länglichen Spalträume stehen durch feinste Canälchen mit einander in Verbindung.

Von allen Injectionen, welche ich in die fibröse Kapsel bei neugeborenen Kindern gemacht habe, ist nur eine einzige, die des oben beschriebenen Falles XII, linke Seite, geglückt. Die injicirten Flecke sind gebildet von einem Canalsystem sehr ungleichen Calibers, welches durchaus von diffusen Bindegewebsinjectionen zu unterscheiden ist. Es ist das tiefe Blatt der fibrösen Kapsel, welches diese Räume beherbergt und zur Untersuchung in toto aufgehellt wurde. (Die Messungen werden mit Zeiss' Ocularmikrometer, bei Tubus 160, Ocular 3, Objectivsystem C Achromat vorgenommen.) Vieleckige, oft längliche Räume haben eine Weite von 12 bis 24 μ, können aber bis 100 und 120 μ weit sein. Sie sind meist durch zackige Contouren begrenzt, und stehen mit zarten Ausläufern unter einander in Verbindung.

Um die Verbindung dieses Systems mit dem Innern der Niere festzustellen, werden 1 ^{mm} dicke Stücke von der Oberfläche der Niere abgetragen, aufgehellt und in toto untersucht. An einem Stückchen stehen die Räume mehrfach in Verbindung mit Gefässen, die in die Tiefe gehen und wegen ihres sehr ungleichen Calibers von 3 bis 21 μ leicht als Lymphcapillaren zu erkennen sind. Diese Resultate erhielt ich mit Gerota's ätherischer Masse, alle Versuche mit wässerigen Lösungen gaben diffuse Durchtränkungen und Extravasate; auch misslangen Injectionen mit Silberlösung. Deshalb kann ich nicht

sagen, wie die Wand dieses Netzes, welches den Charakter eines Lymphcapillarnetzes hat, beschaffen ist. Die gewonnenen Maasse werden kaum, besonders die grössten derselben, die natürlichen sein, da Ausweitungen jedenfalls vorkommen können. Aus der Anordnung der Bindegewebszüge ist das injicirte Hohlraumsystem, welches oft ganz deutliche Netze bildet, nicht herzuleiten, wie sich v. Recklinghausen einmal ausdrückt; Abbildungen mikroskopischer Präparate denke ich ein anderes Mal vorzulegen.

Als Ergebniss der Untersuchungen über den Lymphapparat der Nierenkapseln will ich am Schlusse dieses Capitels Folgendes wiederholen:

Die Kinderniere besitzt in ihren Hüllen zwei Capillarnetze, welche beide durch Injection dargestellt werden konnten (vgl. Fall XI und XII). Das gröbere liegt unter dem Peritoneum oberflächlich in der Fettkapsel, und schickt seine abführenden Lymphstämme selbstständig zu den regionären Drüsen der Nieren (Mensch). Es communicirt indessen auch mit einzelnen durchbohrenden Stämmen mit den tiefen Lymphgefässen der Nierensubstanz (Pferd).

Ein zweites Netz liegt im tiefen Blatte der fibrösen Kapsel, der Niere dicht auf, es ist viel zarter und dichter und tritt in directe Verbindung mit den Lymphcapillaren der Nierencorticalis (Mensch).

Litteratur zu Capitel VI.

L. Teichmann, *Das Saugadersystem vom anatomischen Standpunkte bearbeitet.* Leipzig 1861. S. 8.

Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* Paris 1876. T. II. p. 792 f.

L. Ranvier, Morphologie et développement des vaisseaux lymphatiques chez les mammifères. *Archives d'Anatomie microscopique* (Balbiani-Ranvier). Paris 1897. T. I.

VII. Capitel.

Die Lymphbahnen innerhalb der Nieren.

„Mit Recht hat man gesagt, dass die letzte Vertheilung der Lymphgefässe in die verschiedenen Gewebe als einer der dunkelsten Punkte der Anatomie betrachtet werden muss, und dass der Ursprung dieser Gefässe in den organischen Systemen noch nicht bewiesen worden ist."

Diese Worte, die Breschet 1837 über den Ursprung des Lymphsystems aussagen musste, gelten leider noch heute; v. Recklinghausen hat selbst darauf hingewiesen, dass seine Folgerungen nach unseren jetzigen Methoden eines wirksamen Beweises noch ermangeln.

Drüsenindividuum gerne in dem Winkel zwischen der Nierenvene und der Vena cava, doch kann sie auch unter und auf diese Vene rücken. Ihr schliessen sich beckenwärts in gerader oder mehr schiefer Richtung längliche Drüsen an, welche entweder durch Stämme ausgiebig verbunden sind oder gar durch Drüsensubstanz confluiren. Sie communiciren mit einer meist ausgeprägt länglichen Masse zwischen den beiden grossen Bauchgefässen und theils durch diese, theils selbstständig vor und hinter der Aorta mit denen der linken Niere. Links liegen die Drüsen am Rande und etwas neben der Aorta.

Wer die Resultate meiner Injectionen sorgfältig durchsieht, muss es ferner mit mir für unmöglich halten, in dieser Gegend die Drüsen zu zählen und damit einen mittleren Ort anzugeben, wo sich Theile der Gesammtdrüsenmasse in Individuen gesondert, meist vorfinden werden, was ich früher unter dem Ausdruck: Bestimmung der Drüsenindividuen zusammengefasst habe, ohne überall verstanden zu werden. Hierauf muss also verzichtet werden; und die Frage, ob in der Gruppe der lumbalen Knoten eine Absonderung derjenigen der Nieren von denen der Hoden und Ovarien, möglich ist, ferner von denen der Nierenoberfläche, muss rundweg mit Nein beantwortet werden.

Die Eintheilung einer grossen Lymphdrüsengruppe findet nach ganz anderen Principien als dem der peripherischen Bezirke statt, worauf wir im Folgenden noch eingehen werden.

Sehen wir vorher einmal die diesbezüglichen Vorstellungen solcher Forscher nach, welche auf die Eintheilung einer grösseren Drüsengruppe oder die Aussonderung eines besonderen Bezirkes derselben Mühe verwandt haben. Vor allen kommen hier die Arbeiten von Grossmann „Ueber die Lymphgefässe und -Bahnen der Achselhöhle" und von Gerota „Die Lymphgefässe des Rectums und des Anus" in Betracht.

Grossmann hatte im chirurgischen Interesse sich die Aufgabe gestellt, für die Drüsen der Achselhöhle genauere Details in Bezug auf Zahl, Lage, Gruppirung zu geben und die hier in Betracht kommenden verbindenden und proximal verlaufenden Bahnen genauer festzustellen. Die Zahl der Drüsen variirt ungemein: 10 bis 27 bis 36. Rechts werden mehr wie links gefunden. Betreffs der Ungleichheiten des Geschlechts ist kaum etwas Allgemeines zu folgern; die Weiber haben der Mamma wegen mehr wie die Männer; ein Schluss auf den Einfluss des Berufes ist schwer zu ziehen; betreffs des stetigen Zurückgehens im höheren Lebensalter finden sich Ausnahmen.

Die Drüsen der Axilla theilt Grossmann, nach Ausschluss der infraclavicularen ein zuerst nach der Lage in brachiale, subscapulare, intermediäre und subpectorale, verwirft aber eine solche Eintheilung dann

wieder (S. 39). Denn er hält es für ein besseres Princip, solche Drüsen zu Gruppen zusammenzufassen, „die nach den Injectionen ihre Vasa afferentia von gleichen Regionen erhalten, wobei allerdings von vornherein anzunehmen ist, dass diese Gruppen auch örtlich zusammengefasst sind, also mit den Lagegruppirungen ziemlich übereinstimmen werden". Und Grossmann meint wirklich unterscheiden zu können 1. oberflächliche und tiefe Lymphgefässe des Armes münden in 1 bis 6 (bis 8) Glandulae brachiales, 2. die Schulter-, Nacken-, Rücken- und Lendenregion haben ihre Glandulae 1 bis 5 subscapulares, 3. Oberbauch, Brust und Mammae zu Glandulae mammariae, 4. zwischen allen in der Mitte liegen die Glandulae centrales s. intermediae, welche meist am grössten von allen sind, und mit allen drei Gruppen in Verbindung stehen.

Trotzdem dem Untersucher die Sonderung möglich war, fordert er doch für die Chirurgie totale Ausräumung; das Stehenlassen einer anscheinend gesunden Drüsengruppe wird nicht empfohlen.

Ganz anders war in dieser principiellen Frage das Resultat Gerota's.

Gerota schliesst sich betreffs der Eintheilung der Inguinaldrüsen an Quénu an und theilt dieselben in fünf engere Gruppen ein. Diese Eintheilung einmal angenommen, findet er ebenso wie Quénu und Testut meist die obere Innengruppe vom Anus aus gefüllt. Indessen kann auch die untere Innengruppe oder beide gleichzeitig mit dem Gebiete des Anus direct verbunden sein. Ausserdem schwanken Zahl und Lage der Inguinallymphdrüsen bei den verschiedenen Individuen, auch sind die Gruppen sehr häufig in keiner Weise von einander getrennt. Danach sei es nicht möglich, eine Eintheilung der grossen Inguinalgruppe in kleinere Gruppen, wie sie für die Pathologie wichtig wäre, zu geben, wiewohl der Standpunkt der topographischen Anatomie solche genaueren Eintheilungen rechtfertige. Oder besser gesagt: Es ist nach Gerota's sorgfältigen Untersuchungen festgestellt, dass sich aus den Inguinaldrüsen nach Maassgabe der Quellgebiete nicht Drüsen aussondern lassen, welche nach Zahl und Lage genauer bestimmbar wären. Also ist es hier, wie bei den Lumbaldrüsen, nicht möglich, dieses natürliche Eintheilungsprincip anzuwenden. An anderer Stelle habe ich die Eintheilungsart nach Sappey, Quénu u. s. w. als eine künstliche bezeichnet.

Vielleicht möchte aber nun Jemand die so verschiedenen Resultate Grossmann's und Gerota's durch die Eigenthümlichkeit der von beiden untersuchten Gegenden erklären. Ist es aber schon von vornherein recht unwahrscheinlich, dass sich am menschlichen Körper die Ausgestaltung ein und desselben Systemes an zwei Localitäten so verschieden verhalte, so müssen doch zur Entscheidung der Frage weitere Gegenden herangezogen werden und ich komme

sonders wenn man mit wässerigem Berlinerblau arbeitet; — sehr klare Bilder, vorzüglich bei Querschnitten der Pyramiden — aber es handelt sich da eben um etwas ganz Anderes, um eine Anfüllung des ganzen Bindegewebssystems, entsprechend dem ödematösen Zustande.

Sind die Injectionen spärlicher und hat man wirklich nur die Lymphwege gefüllt, so kann man an dünnen Schnitten dennoch wenige Gefässe verfolgen. Höchstens kann man an diesen das Verhältniss der Capillaren zu den Glomerulis und Blutgefässen studiren: Nirgends treten Lymphcapillaren in den Glomerulus ein, nirgends umspinnen sie denselben netzartig. Die Blutgefässe, obgleich oft von Lymphwegen begleitet, erscheinen doch nirgends eingescheidet.

In der Marksubstanz trifft man nur spärliche starke Lymphstämme, ein feineres Netz konnte nie dargestellt werden.

Meine beste Injection gelang mir, wie gesagt, nicht an kindlichen Nieren, sondern am 14. März 1899 an einer menschlichen Frühgeburt vom Ende des 6. Monats. Hier kann man an dicken Schnitten deutlich die Ausbreitung des Capillarnetzes studiren und Messungen vornehmen. Die Capillaren der Rindensubstanz bilden wie die Blutgefässe ein Netz daselbst, ihr Caliber ist sehr ungleich, 3 bis 6 μ, und bis 8 μ weit. Sie sammeln sich in ziemlich regelmässigen Abständen in den Markstrahlen und ziehen senkrecht herab, als klappenlose Stämmchen von durchschnittlich 12 μ Weite. Auf der Grenze von Mark- und Rindensubstanz senken sie sich in bogenförmige weitere Röhren ein, welche bereits 18 bis 30 μ Weite besitzen, aber doch noch sehr ungleich im Caliber sind und stellenweise auf 4 μ herabgehen. Diese auf der Grenze zwischen Mark und Rinde gelegenen Bogen stehen mit den Stämmen in Verbindung, welche die Marksubstanz gerade durchsetzen. Trotzdem es mir nicht möglich war, je im Marke ausgebreitetere Capillaren zu füllen, ist doch hervorzuheben, dass diese starken Stämme vielfach Einmündungen feinster Röhrchen zeigen, also mit einem Lymphcapillarsystem des Markes in Verbindung stehen.

Lymphcapillaren in der Corticalis brachte ich noch an Golgi-Präparaten der Rattenniere zur Darstellung, leider nur sehr vereinzelt. Auch hier sind solche Bilder, an denen man, nach Disse oder Kopsch, Bindegewebszüge hervorgehoben hat, unbrauchbar.

Die Behandlungsweise war folgende: Kleine Stückchen wurden 1 bis 3 Tage bei 25° C. im Thermostaten in Lösung I gehalten. Dann lange, 6 bis 10 Tage, in Lösung II, welcher etwas Osmiumsäure zugesetzt wurde (Kolossoff). Anfangs glaubte ich an diesen Präparaten schon, jenes feinste, die Tubuli umspinnende Netz (Rindowsky) gefunden zu haben. Aber ich überzeugte mich bald, dass ich es mit einer sehr schönen

Imprägnation der Epithelgrenzen, besonders gut an den Tubulis rectis hervortretend, zu thun hatte.

Die auf kurzen Strecken braunroth imprägnirten Lymphcapillaren messen 2 bis 7 μ, haben besonders an den Verbindungsstellen Auftreibungen. Daneben sieht man in diesen Präparaten oft auch Blutgefässe und Nerven imprägnirt. Bei Hebung und Senkung des Tubus und mittlerer Vergrösserung findet man, dass nirgends eine Verbindung zwischen Lymphcapillaren und jenem feinsten Maschennetz besteht; wo diese Gebilde zusammenliegen, handelt es sich nie um Communicationen, sondern die Gefässe liegen darüber oder darunter.

Ohne dass ich nun, sowohl aus diesen Imprägnationspräparaten, wie aus meinen Injectionspräparaten folgern will, dass das geschlossene Capillarnetz den ersten Anfang des Lymphapparates der Niere bildet (vgl. S. 76), so ist es doch eben für den Injector das erste darstellbare Röhrensystem, auch an anderen Stellen (Ranvier u. A.). Alles Weitere sind Extravasate. Somit verwahre ich mich mit Teichmann gegen die Deutung, welche Ludwig und Zawarykin ihren Bildern gegeben haben; hatten doch Ludwig und Tomsa in gleicher Weise die Anfänge der Lymphgefässe des Hodens vermeintlich in den Bindegewebsräumen gefunden, welche in den Hodenläppchen zwischen Samencanälchen und Blutgefässen liegen. Wandungslose Lymphräume sollten auch hier schliesslich in die eigentlichen Lymphgefässe führen, die nur in den Septen verlaufen. Gerster hat uns dann gezeigt, dass das Parenchym des Hodens ein geschlossenes Lymphcapillarsystem besitzt.

Nicht so weit von der alten Auffassung steht noch Nyström, nach dessen Untersuchung das Parenchym des Herzens wie ein Schwamm in der Lymphflüssigkeit liegt.

Schwerer wird es mir, mich mit Rindowsky, dessen Originalartike ich nicht habe einsehen können (siehe oben S. 55), auseinander zu setzen. Seine feinsten Maschenwerke habe ich nicht nachweisen können, und muss zum wenigsten bezweifeln, dass eine derartige Anordnung für den Menschen zutrifft.

Ich fasse die Resultate dieses Capitels kurz zusammen:

Gegenüber der Ansicht von Luschka u. A., dass die Niere arm an Lymphgefässen ist, fanden wir, dass sie ein reiches Maschenwerk von Lymphcapillaren (gegen Ludwig und Zawarykin) besitzt, welche stellenweise mit Golgi's Methode, auf grosse Strecken hin mit Gerota's Blau dargestellt werden konnten. Es treten die abführenden Lymphstämme am Hilus aus, trotzdem auch Verbindungen mit beiden Capillarnetzen der Nierenhüllen bestehen.

Litteratur zu Capitel VII.

G. Breschet, *Das Lymphsystem in Hinsicht auf Anatomie, Physiologie und Pathologie* (Martiny). Quedlinburg und Leipzig 1837.

v. Recklinghausen, *Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe.* Berlin 1862.

Derselbe, Das Lymphgefässsystem. Stricker's *Handbuch.* 1871. Bd. I. Cap. IX. S. 215.

Ranvier, Morphologie et développement des vaisseaux lymphat. A. a. O. 1897.

Ludwig und Tomsa, Die Lymphwege des Hodens. *Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch.* Juli 1861.

Gerster, Ueber die Lymphgefässe des Hodens. *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1877. Bd. II.

VIII. Capitel.

Hinweis auf Pathologie und Chirurgie.

Dem Urtheile des Chirurgen muss es überlassen bleiben, was er nach Maassgabe der vorliegenden Untersuchungen gegebenen Falles zu thun und zu lassen hat, und ich muss es mir versagen, in eine casuistische Behandlung des Gegenstandes einzutreten, wie das mehrere junge Autoren versucht haben; — denn mir geht eine hinreichende Kenntniss des derzeitigen technischen Könnens ab, ohne welche doch vermessen wäre, hier ein Urtheil abzugeben. Dennoch gestatte man einige Hinweise, da der Gegenstand, wie ich oben betonte, wegen seiner pathologischen Wichtigkeit den Praktiker in so hohem Grade interessirt.

Die Chirurgie der Nieren, eine noch so neue Errungenschaft, ist durch die Arbeiten eines G. Simon, des Berliner Professors James Israel, des Franzosen Tuffier, ferner durch Hahn, Schede, Czerny, Wagner u. A. schnell zu einer Vollkommenheit gelangt, die fast vor Nichts zurückschreckt. Da wird es denn auch für uns Zeit, sichere anatomische Daten zu liefern.

Die primäre Tuberculose der Nieren ist selten, indessen kommt sie für die Metastasen in den regionären Lymphdrüsen ebenso in Betracht, wie die eitrigen Erkrankungen acuten und chronischen Verlaufes, und wie die Geschwülste. Bei Nierencarcinom erkranken die Lymphdrüsen relativ spät,[1] trotzdem die Kranken später allerdings meist an Metastasen zu

---

[1] Nach Tillmanns; eine Erfahrung, die mir Hr. Geheimrath v. Mikulicz-Radecki, welcher sich in liebenswürdigster Weise nach meinen Untersuchungen erkundigte, durchaus bestätigte.

Grunde gehen. Wegen dieser späten Metastasirung soll aber die Prognose für eine Exstirpation der Krebsniere eine relativ günstige sein.

Aus Capitel IV und V wird von praktischer Bedeutung die innige Verbindung sein, welche zwischen entfernter gelegenen Knoten und solchen hinter den grossen Gefässen mit denen der ersten Station besteht.

Zur Erklärung von früh eintretenden Metastasen in der Lunge könnten vielleicht die enge Nachbarschaft der aus dem Hilus austretenden Lymphstämme zu den Nierenvenen und die hier bisweilen vorkommenden kleinen Schaltdrüsen herangezogen werden.

Bei einer continuirlichen Ausbreitung in die Umgebung werden die Verbindungsstämme zwischen subperitonealen und intrarenalen Gefässen, welche das lymphgefässarme Fett durchsetzen, auch eine sprungweise schnellere Ausbreitung nicht ausschliessen.

Das subperitoneale, dem Nierenfett aufliegende Netz, mit seinen vielen Verbindungen mit anderen Gegenden, wird aber vielleicht für die Pathogenese der interessanten para- und perinephritischen Processe, sowohl der mehr chronischen Abscesse, als der sehr acuten phlegmonösen Eiterungen in Betracht kommen, welche oft als „spontane“ oder primäre Erkrankungen — nach Rosenberger (Güterbock) besser als Paranephritiden zu bezeichnen — angesehen werden. Solche sogen. primären Erkrankungen dieser Gegend werden bei infectiösen Allgemeinerkrankungen, bei äusseren Eiterungen unbedeutender Natur, besonders häufig aber im Puerperium beobachtet; bei der letzteren Form liegt die secundäre Natur auf der Hand.

Viele andere Fragen, ob z. B. wegen des verbreiteten Lymphcapillarnetzes in den Nieren eine partielle Resection bei Erkrankungen, die noch auf einen Abschnitt beschränkt zu sein scheinen, angezeigt ist, muss ich aus besagten Gründen den Chirurgen überlassen. Auch unter ihnen selbst führen ja oft die schwierigen Abwägungen der Chancen bestimmter Eingriffe zu mancher Controverse.

Die Beantwortung vieler praktischen Fragen wird aber auch von der zeitgemässen theoretischen Anschauung, welche wir über die Bedeutung, das heisst die Leistung des Lymphsystems, besitzen, abhängig sein. Dass diese Anschauung über die normale wie die pathologische Physiologie des Lymphsystems sich natürlicher Weise nicht nur mit den anatomischen Thatsachen der allgemeinen Ausgestaltung des Systems zu beschäftigen hat, sondern sich mit besonderem Nachdruck gerade auf die anatomischen Verhältnisse stützt, das sehen wir wieder in einer der jüngsten physiologischen Arbeiten, derjenigen von Asher und Barbèra, welche „Untersuchungen über die Eigenschaften und die Entstehung der Lymphe“ angestellt haben.

Litteratur zu Capitel VIII.

Güterbock (J. Israel), *Die chirurgischen Krankheiten der Harnorgane.* Theil IV. Die chirurgischen Krankheiten der Nieren. 1898. S. 965 ff.

J. Israel, Ueber einige neue Erfahrungen auf dem Gebiete der Nierenchirurgie. *Deutsche med. Wochenschrift.* 1896. Nr. 22. — *Centralblatt für Chir.* 1896. Nr. 13.

Tillmanns, *Lehrbuch der speciellen Chirurgie.* Leipzig 1891.

Tuffier, *Annales des maladies génito-urinaires.* — *Archives générales de médicine.* 1892. Mai, Juin. — *Moskauer Congress.*

Wagner, *Festschrift* für Benno Schmidt. Leipzig 1896.

Asher und Barbèra, *Zeitschr. für Biologie.* 1897. Bd. XXXVI. S. 154—238; 1898. Bd. XXXVII. Heft 2.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. III u. IV.)

Wegen der Anfertigung und Reihenfolge der Abbildungen verweise ich auf den Beginn des Cap. IV, S. 56 bis 64.

Tafel III.

Fig. 1. Fall VIII, 2. December 1898. Beiderseits zwei starke Stämme gefüllt, die zu den regionären Drüsen ziehen. Rechts liegt eine grosse gelappte Drüse im Venenwinkel, theilweise unter der Vene (punktirt); sie anastomosirt mit einer runden Drüse weiter links hinter der Vena cava hinweg und mit drei kleinen Drüschen, die gleichfalls hinter der Vene in einer Reihe gelegen sind. Die regionären Drüsen der linken Seite liegen am linken Rande der Aorta und auf ihr. Auch nicht injicirte Drüsen sind eingezeichnet (vgl. Cap. IV, S. 61 bis 62).

Fig. 2. Fall XII, 12. Januar 1899. Die hinter den Blutgefässen ziehenden Lymphstämme sind wieder punktirt, die verdeckt liegenden Drüsen bei genauer Angabe ihres Füllungsgrades im Uebrigen schraffirt und mit punktirten Grenzlinien wiedergegeben. Die Capsula fibrosa ist mit ihrem tiefsten Blatte auf den Nieren belassen. Rechts sind auf einem Renculus Venensterne, links auf dreien Lymphcapillarnetze angedeutet (vgl. dieserhalb den Text Cap. IV, S. 63 und Cap. VI, S. 72).

Rechts ziehen drei Stämme zu Drüsen unter der Vena cava; ein Stamm zu einer, mit jenen eng verbundenen, zwischen Aorta und grosser Vene gelegenen Drüse zieht quer über die Vene hinweg. Verbindungen zwischen rechter und linker Seite. Auf der linken Seite sind die ersten regionären Drüsen auch vom linken Ovarium aus gefüllt. Man beachte ferner die Längsrichtung der Drüsenmassen. Die Vasa afferentia der linken Seite ziehen theils unterhalb, theils über der Nierenvene hinweg (vgl. Text Cap. IV, S. 63).

Fig. 3. Fall VII, 30. November 1898. Die fibrösen Kapseln sind auf den Nieren belassen, die renculäre Furchung tritt nicht hervor. Die Drüsen links liegen etwas vor dem Rande der Aorta. Rechts hat sich die Injection von der Niere aus sehr gut verbreitet. Die Drüsen liegen bis nahe an die Bifurcation. Die Lymphstämme des Ovariums kreuzen den Ureter und dann, ohne jede Verbindung, die indirect von der Niere kommenden Gefässe. Die Drüsen, in welchen die Ovarialgefässe enden, gehören der langen Masse zwischen den grossen Gefässen an. Diese sind etwas aus einander gedrängt worden.

In dieser Figur ist der gefüllte Zustand offen daliegender Drüsen durch Schraffirung, verdeckter durch Punktirung wiedergegeben (vgl. Cap. IV, S. 60 und S. 61).

Fig. 4. Fall XI, 11. Januar 1899. Hydrops anasarca. Injectionen in das ödematöse subseröse Gewebe beider Nierenkapseln, in's linke Ovarium, in die Wand der Ureteren. Nieren in ihren Hüllen.

Weitmaschiges Capillarnetz im subserösen Fettgewebe. Starke Stämme führen zu den lumbalen Drüsen; unter ihnen Randgefässe von der Spitze der linken Nebenniere und vom unteren Pole der rechten Niere. (Die genauere Beschreibung findet sich Cap. IV, S. 63.)

Tafel IV.

Fig. 5. Fall VI, 28. November 1898. Einige Wochen altes Kind. Nieren von sehr ungleicher Grösse, Kapseln unversehrt. Die kleinere rechte Niere ist durch die hyperplastische Leber in's grosse Becken gedrängt und gedreht. Nebennieren klein. Rechts führen vier Lymphstämme zu einer an typischer Stelle gelegenen Drüse. Links finden sich der typischen Drüsenmasse an der Aorta fünf runde Drüsen vorgelagert, die zum Theil auf der vergrösserten Niere selbst aufliegen (vgl. Cap. IV, S. 59).

Die Histogenese der Schwann'schen Scheide.

Von

Dr. **Alexander Gurwitsch,**
Assistent am anatomischen Institute in Strassburg.

(Aus dem anatomischen Institute in Strassburg.)

(Hierzu Taf. V.)

Die Frage über die Herkunft und Entwickelung der Schwann'schen Scheide wurde bis jetzt stets im engen Zusammenhange mit der Untersuchung der Histogenese der peripheren Nervenfaser in toto behandelt und auch entsprechend den verschiedenen Ansichten über die Herkunft des Axencylinders und der Markscheide widersprechend beantwortet. Fasst man mit der Mehrzahl der Autoren den Axencylinder als einen langen protoplasmatischen Fortsatz einer Ganglienzelle auf, so muss man schon a priori die Schwann'sche Scheide mit den dazu gehörenden Kernen als eine später der Nervenfaser hinzutretende, genetisch derselben vollständig fremde Bildung betrachten. Nimmt man dagegen mit Kupffer (7), Beard (2), Gegenbaur (5) die Entstehung einer Nervenfaser aus einer Kette ectodermaler, einander angereihter Zellen an, so müssen diese Zellen durch eine Differenzirung ihres Leibes die drei Bestandtheile der fertigen Nervenfaser: Axencylinder, Markscheide und Schwann'sche Scheide, liefern.

Stellt man sich auf den ersten Standpunkt, wie dies in der vorliegenden Arbeit geschieht, d. h. nimmt man an, dass der Axencylinder als ein enorm langer Fortsatz einer Ganglienzelle auswächst, die Schwann'sche Scheide dagegen ihrer Herkunft nach der Nervenfaser fremd ist und erst secundär sich derselben eng anschliesst, so bleibt noch zunächst die Frage über die Entstehung der Markscheide offen, bezw. lässt verschiedene Möglichkeiten zu: Ranvier und sein Schüler Vignal (9) glauben die Entstehung der

Myelinscheide am besten mit dem Vorgange der Fettbildung innerhalb einer Fettzelle vergleichen zu dürfen. Vignal's Schilderung ist in den Hauptzügen die folgende. Auf einem bestimmten Stadium, wo der Nervenstamm aus nackten, kernlosen Fibrillenbündeln besteht, wandern Mesenchymzellen in das Innere des Stammes hinein und schmiegen sich allmählich einzelnen Fibrillengruppen an. Ihr Zellleib wird dabei immer länger und breiter, schliesst einen Abschnitt des Fibrillenbündels in sich ein und bildet somit die Schwann'sche Scheide auf der Strecke je eines Spatiums zwischen zwei Einschnürungen. Zu gleicher Zeit erscheint nach Vignal im Zellleibe der Schwann'schen Zelle das Myelin in Form kleinster Tröpfchen; dieselben werden immer zahlreicher, fliessen auch zusammen und bilden allmählich einen continuirlichen dünnen Ueberzug des Axencylinders — die junge Markscheide. Vignal betont aber dabei, dass es durchaus nicht ausgeschlossen erscheint, dass auch das Axoplasma bei der Markbildung thätig ist, jedenfalls aber in einer ganz untergeordneten Weise.

Die Beobachtungen von Boveri (4), welche neuerdings eine Bestätigung durch Bethe (3) fanden, nämlich der Umschlag der Schwann'schen Scheide an der Einschnürungsstelle nach innen, ein continuirlicher Uebergang in die periaxilläre Scheide, somit ein vollständiger, allseitiger Abschluss der Markscheide, scheinen zunächst für die Vignal'sche Annahme zu sprechen, wir hätten ja in der That eine hohlcylindrische Zelle vor uns, deren Zellleib sich in Myelin umwandelte; bei einer näheren Betrachtung lässt jedoch die Thatsache auch eine andere Erklärung zu: die Verwachsung der Schwann'schen Scheide mit der periaxillären Scheide kann auch secundär erfolgen,[1]) kann somit nicht als Beweis eines genetischen Zusammenhanges beider angeführt werden.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse nach Koelliker (6) und Westphal (10). Die Markscheide erscheint nach ihnen von vorn herein als ein dünnster Ueberzug des Axencylinders und ist im Wesentlichen als eine Ausscheidung des Axoplasmas zu betrachten. Zu Gunsten dieser Annahme wird ja auch übrigens vielfach der bekannte Einwand angeführt, dass die Nervenfasern des Centralnervensystems wohl eine Markscheide, dagegen aber keine Schwann'sche Scheide führen. Dieser Beweis ist jedoch nicht stichhaltig, da das Myelin auf einem anderen Wege der Nervenfaser zugeführt werden kann und deswegen noch nicht vom Axoplasma zu stammen braucht.

Die vorliegende Untersuchung führt uns ebenfalls zu der Ansicht, dass 1. die Nervenfaser als ein Ausläufer der Ganglienzelle entsteht, dass 2. die

[1] Etwa wie die Vereinigung des äusseren und inneren Keimblattes nach Durchbruch der Rachenmembran und in mehreren anderen Fällen.

Schwann'sche Scheide aus dem umgebenden Mesenchym entsteht und dass 3. die Markscheide mit der letzteren nichts Gemeinschaftliches hat — d. h. wahrscheinlich nur als Ausscheidung des Axoplasmas entsteht. Für den Punkt 1 habe ich keine neuen Belege anzuführen, halte auch den Satz dadurch für bewiesen, dass in den jungen Stadien ein Nervenstamm überhaupt völlig kernlos ist, d. h. dass die Kerne erst später von aussen eintreten. Die Untersuchung der Ausbildung der Schwann'schen Scheide hat dagegen einen von der bisherigen Annahme bedeutend abweichenden Modus ergeben und lässt auch neue Belege für den Punkt 3 anführen.

Bevor ich zur genauen Schilderung der Befunde übergehe, möchte ich ein paar Worte über die angewandten Methoden einfügen. Da ich ursprünglich die Darstellung der Primitivfibrillen in den jungen, nackten Axencylindern mir zur Aufgabe gestellt habe, wurde von mir unter anderen Methoden auch die von Apathy angegebene Nachvergoldung erprobt, freilich von vornherein mit wenig Aussicht auf Erfolg, giebt sie ja nach den Aussagen des Autors keine guten, oder gar keine Resultate bei jungen Thieren, und namentlich bei Säugethieren (Schafembryonen), welche hauptsächlich zur Verwendung kamen.

Ganz unerwarteter Weise habe ich aber dabei eine Färbung der Schwann'schen Scheiden erhalten, auf einem Stadium, wo jede andere Methode so völlig versagt, dass man überhaupt gar nicht ahnt, in den jungen Nervenbündeln schon Anfänge von Scheiden vor sich zu haben.

In meinem Verfahren habe ich mich im Allgemeinen an die Apathy'schen Vorschriften gehalten, so dass ich diesbezüglich auf das betreffende Original (1) verweisen kann. Für spätere Stadien, wo die Schwann'schen Scheiden vollständig ausgebildet sind, eignen sich auch andere, namentlich die Heidenhain'sche Eisenhämatoxylin-Methode.

Die Untersuchung beginnt mit einem Entwickelungsstadium, wo der Nerv (Ischiadicus des Schafembryos) noch fast vollständig marklos ist. Der Nerv besteht aus einzelnen (secundären) Nervenfaserbündeln, welche von einem reichlichen lockeren, concentrisch angeordneten lamellösen Bindegewebe umgeben sind — aus demselben entsteht die spätere perinemale Scheide — Perineurium. Jedes Faserbündel ist von einem sehr feinen, mit grossen Kernen versehenen Häutchen umschlossen (Taf. V, Fig. 1). Auf einem Querschnitte erscheinen die Faserbündel fein granulirt und enthalten nur spärliche Kerne. In einzelnen Faserbündeln treten aus der homogen granulirten Masse des Bündels einzelne heller gefärbte runde Stellen hervor, einzelne, zunächst noch nackte Axencylinder (*a*). Die feine Granulirung des Querschnittsbildes eines Faserbündels entspricht einer Zusammensetzung desselben aus feinen Fibrillen, wie es entsprechende Längsschnitte lehren.

Ich möchte sofort betonen, dass die Bedeutung dieser Fibrillen für mich noch nicht ganz feststehend ist; die Identität derselben mit den „Primitivfibrillen“ des Axencylinders von Kupffer, Apathy u. s. w. erscheint mir aus weiter unten zu erörternden Gründen sehr zweifelhaft. Ebenso wenig möchte ich jede Fibrille für einen ganzen nackten Axencylinder ansprechen, somit dieselben für geschrumpfte Complexe der echten „Primitivfibrillen“ halten. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, dass die in diesen früheren Stadien (Taf. V, Fig. 1) auftretenden Fibrillen im Laufe der weiteren Entwickelung beide Bestandtheile einer fertigen Nervenfaser, Primitivfibrillen mit Axoplasma einerseits und Markscheide andererseits, auf dem Wege weiterer Differenzirung hervorgehen lassen.

Die Lösung dieser Frage gehört jedoch nicht in den Rahmen dieser Untersuchung.

Die Vergoldung eines unter Fig. 1, Taf. V abgebildeten Querschnittes ergiebt ein höchst überraschendes Bild (Taf. V, Fig. 2): die dünne, den Faserbündeln eng anliegende Scheide ist tief violett, fast schwarz gefärbt; sie beschränkt sich jedoch nicht auf die Peripherie des Faserbündels, wie man es bei der Betrachtung der Fig. 1, Taf. V annehmen könnte, sondern schickt Ausläufer in das Innere des Bündels hinein. Die Fasermasse des Bündels wird durch die dünnen, lamellösen Wände in grössere und kleinere Abtheilungen geschieden. Das Lamellensystem bildet ein bald weit-, bald engmaschiges Netz innerhalb des Faserbündels. Die Kerne, die innerhalb der Faserbündel zu beobachten sind, scheinen fast ausnahmslos mit den Lamellen im Zusammenhang zu stehen, ja man kann sogar behaupten, dass dieselben erst mit der Einsprossung des Lamellennetzes in's Innere des Faserbündels als Bestandtheil des ersteren in die letzteren eindringen; es lassen sich nämlich folgende, darauf hinweisende Thatsachen mit Sicherheit feststellen: es existirt ein Entwickelungsstadium, wo die Faserbündel ganz kernlos sind; dem entsprechend enthalten auch dieselben keine Lamellensepta; 2. je dichter das Lamellennetz innerhalb eines Faserbündels, desto kernreicher das letztere, und umgekehrt (Taf. V, Fig. 2, *b* und *c*); 3. lässt sich der Zusammenhang der meisten Kerne mit den dünnen Lamellen direct beobachten (Taf. V, Fig. 2). Für die anscheinend frei in der Fibrillenmasse liegenden Zellen, von denen nur die Kerne isolirt sichtbar sind, bleibt die Annahme übrig, dass die Verbindung derselben mit den Lamellen in einen anderen Schnitt fiel.

Wir hätten somit das Ganze als ein mehr oder minder dichtes plasmatisches Lamellennetz zu betrachten, welches sich aus fortsatzreichen, sich abflachenden Bindegewebszellen entwickelte. Dass das spärliche, um die Kerne herum gebliebene Protoplasma sich optisch nicht von den umgebenden Nervenfasern isoliren lässt, darf uns nicht Wunder nehmen; durch Osmium-

und Goldbehandlung sind beide braun gefärbt; dass aber die schön violette Goldfärbung sich auf den ganzen Zellleib zu erstrecken nicht vermag, beweisen am deutlichsten die frei liegenden, länglichen perinemalen Zellen (Taf. V, Figg. 2 u. 3 *p*), an denen ebenfalls nur die dünnen Ausläufer und der Zellensaum violett gefärbt sind. Das eben Gesagte lässt sich noch deutlicher an den entsprechenden Längsschnitten beobachten. Fig. 3, Taf. V, ist einem Längsschnitt desselben Nerven entnommen.

Ein Nervenfaserbündel ist von der dünnen Perinemalscheide vollständig umschlossen (*p*). Zwischen den Faserbündelchen sind längliche Kerne mit sehr spärlichem Protoplasma (*k*) zerstreut. Die Kerne gehören langen, ausgezogenen lamellösen Zellen, die auf dem Längsschnitte streifenförmig aussehen. Hätte man nur die Längsschnitte vor den Augen, so müsste man sich dafür aussprechen, dass es einzelne sog. Flügelzellen sind, die uns schon durch Ranvier (8) als zum intrafasciculären Bindegewebe gehörend bekannt wurden. — Der Zusammenhang der einzelnen Zellen als eines complicirten Lamellennetzes lässt sich eben nur aus den Querschnittsbildern erschliessen.

Man könnte zunächst den Schluss ziehen, dass wir es in dem eben beschriebenen Lamellensystem mit dem einfachen intrafasciculären Bindegewebe, also mit dem Endoneurium zu thun haben. Dass dem nicht so ist und dass es eine Bildung sui generis ist, lässt sich erst aus den späteren Stadien erschliessen.

Einzelne Faserbündel der Fig. 2, Taf. V weisen schon ein ziemlich dichtes Netz auf; noch weiter ist aber die Ausbildung derselben auf einem späteren Entwickelungsstadium (Taf. V, Fig. 4) vorgeschritten. Das Stadium ist insofern für die betreffende Frage ungemein günstig, als wir an ein und demselben Präparate mehrere Entwickelungsstufen haben: die jüngere (*a*) zeigt uns, wie von den grösseren Hauptlamellen kurze Ausläufer in die Fibrillenmasse eindringen und bald grössere, bald kleinere Gruppen derselben, wenn auch noch nicht vollständig, umzäunen; im Bündel *b* haben sich die Ausläufer (*s*) mehr abgerundet, theilweise schon in sich geschlossen (im Raume gedacht sind es somit Lamellen, die sich in cylindrische Röhren zusammenrollen).

Das Faserbündel *c* zeigt uns endlich den Abschluss des Processes — ein fertiges Röhrensystem.

Wir sind noch den Beweis schuldig, dass 1. die Kreise des Bündels *c* (Taf. V, Fig. 4) wirklich Querschnitte von Röhren, und 2. dass die Röhren nichts anderes als Schwann'sche Scheiden sind. Dass wir es zunächst mit Röhren zu thun haben, ergiebt ein entsprechender Längsschnitt. Besonders deutlich lassen dieselben sich an etwas losgetrennten, von der Hauptmasse isolirten Nervenfasern verfolgen, wie ich eine in Fig. 5, Taf. V

abgebildet habe. Ich konnte dabei ein paar Mal den seltenen Befund einer nicht ganz fertigen Schwann'schen Scheide machen; an der Faser (*s*) sieht man sehr deutlich, wie in (*s'*) die beiden Ausläufer der „Schwann'-schen Lamellen" noch nicht zusammengefügt sind.

Nun bliebe noch nachzuweisen, dass die von uns beschriebenen Scheiden wirklich mit den Schwann'schen identisch sind und dass wir nicht etwa die fibrilläre oder eine andere Bindegewebsscheide vor uns haben. Zur Entscheidung dieser Frage müssen wir auf den Inhalt der Schwann'schen Röhren, d. h. auf die Nervenfaser selbst eingehen.

Wenn auch die Histogenese des Axencylinders und der Markscheide in ihren Einzelheiten nicht die Aufgabe dieser Arbeit ist und für eine nähere Untersuchung vorbehalten bleibt, so kann ich doch schon gegenwärtig das Nöthige zur Erläuterung der in Frage kommenden Verhältnisse angeben.

Die Schwann'schen Lamellen schliessen auf frühen Entwickelungsstadien meistens einfache Fibrillengruppen, theilweise aber auch junge, entweder noch vollständig nackte, oder mit einem dünnsten Myelinüberzug versehene Axencylinder ab; erstere treten auf den Querschnitten als helle, leicht rosarothe Kreise, die von dem umgebenden granulirten Felde — den Fibrillen — hell abstechen (Taf. V, Fig. 1). Es lassen sich zuweilen im Inneren des hellen Feldes einige dünne Primitivfibrillen beobachten, die aber anders aussehen, wie die umgebenden, noch „indifferenten" Fibrillen (s. oben S. 88). Die markhaltigen Axencylinder erscheinen, bekanntermaassen als mehr oder weniger dunkle und breite schwarze Ringe, ebenfalls mit Querschnitten von Primitivfibrillen in ihrem Inneren.

In späteren Stadien, wo die Schwann'schen Lamellen sich meistens zu Röhren umgebildet haben, besteht ihr Inhalt auch fast ausschliesslich aus markhaltigen Axencylindern und Schwann'schen Kernen. In den meisten Fällen sind durch Goldbehandlung der Präparate die Markscheiden mehr oder weniger vollständig abgeblasst, so dass wir zur Demonstration des oben Gesagten, abgesehen von den unter Fig. 5, Taf. V, angeführten Längsschnitten, entweder zu Querschnitten, die mit anderen Methoden (Eisenhämatoxylin) gefärbt wurden, oder zu Zupfpräparaten der entsprechenden und auch etwas späteren Stadien Zuflucht nehmen müssen.

Fig. 7, Taf. V, welche ja im Verhalten der Schwann'schen Scheide mit dem Goldpräparate Fig. 4*c*, Taf. V, identisch ist, erläutert die Verhältnisse. Die jungen und meistens noch sehr schmalen Axencylinder füllen meistens die zu weite Schwann'sche Scheide noch nicht aus; dass aber die Röhren wirklich Schwann'sche und nicht andere, mehr periphere Scheiden sind, erhellt 1. daraus, dass bei den älteren und breiteren Axencylindern die Apposition der Markscheide an die Schwann'sche immer

inniger wird (Taf. V, Fig. 7 *s*); 2. die gerade im Schnitte getroffenen Schwann'schen Zellen: auf dem Querschnitte sichelförmig gestaltet, liegen dieselben dicht den Schwann'schen Scheiden an, nicht aber den dünnen Axencylindern, mit denen sie genetisch, ja auch gar nicht zusammenhängen.

Als Gegenstück zum Querschnittsbilde (Taf. V, Fig. 7) möge ein Zupfpräparat (Taf. V, Fig. 6) dienen — die Verhältnisse sind völlig identisch und bedürfen keiner näheren Erklärung.[1]

Die von mir kurz geschilderte Histogenese der Schwann'schen Scheide lässt uns einige wichtigere Schlüsse ziehen:

1. Die Schwann'sche Scheide ist eine exogene, der markhaltigen Nervenfaser genetisch ganz fremde, mesodermale Bildung. Ihre Entwickelung geht ganz unabhängig von derjenigen der von ihr umschlossenen Nervenfaser vor sich.

2. Die innige Apposition der Schwann'schen Scheide der Markscheide erfolgt erst secundär, durch Dickenwachsthum des Axencylinders oder der Markscheide.

3. Mit der Entstehung des Myelins hat weder die Schwann'sche Scheide, noch ihre Zellen etwas zu schaffen; das erhellt schon aus Punkt 2 und lässt sich noch des Weiteren aus dem Umstande erhärten, dass beim ersten Beginne der Myelinbildung die Schwann'sche Scheide schon als eine dünnste, structurlose Membran da ist, die ja keiner Ausscheidung oder Secretion fähig ist; wenn man in den Schwann'schen Zellen ab und zu auch kleine Anhäufungen einer mit Osmium schwarz tingirbaren Substanz findet, so ist 1. gar nicht zu verstehen, wie das sehr spärliche Myelin derselben für die ganze Markscheide ausreichen könnte, und 2. tritt das Myelin an den Nervenfasern nicht in Klümpchen oder Tropfen, die sich in der Nähe des Schwann'schen Kernes localisiren sollten, sondern als

[1] Zu den Zupfpräparaten, wie Fig. 6, Taf. V, möchte ich mir die folgende Bemerkung gestatten: Bilder, die der Fig. 6 vollständig ähnlich sind, nur dass die discrete Schwann'sche Scheide wegfällt und der Schwann'sche Kern der Markscheide innig anliegt, wurden schon von Vignal (9) veröffentlicht. Es ist klar, dass dieselben zu ganz anderen, entgegengesetzten Schlüssen, als die meinigen führen müssen; nun scheint aber eine technische Frage bei dem Unterschiede das Ausschlaggebende zu sein; wie ich einer Arbeit von P. Ziegler (13) entnehme, hatte er z. B. gezupfte Fasern auf dem Objectträger dadurch fixirt, dass er das Medium (Wasser oder Alkohol) im Thermostaten verdunsten liess. So lange ich nach dieser Methode verfuhr, konnte ich auch nicht die Schwann'sche Scheide discret unterscheiden, da sie beim Eintrocknen des Präparates ja bedeutend schrumpft und in Folge dessen der Markscheide sich anschmiegt. Zupft man aber in Glycerin oder Nelkenöl und schliesst sofort, ohne durch Trocknen die Präparate zu schädigen, ein, so erhält man Bilder, wie ich sie in Fig. 6, Taf. V, abgebildet habe.

ein sehr dünner continuirlicher Ueberzug in der ganzen Länge der Nervenfaser auf.[1]

An den Querschnittsbildern (Taf. V, Figg. 4 und 7) fällt es uns auf, dass das ganze Faserbündel aus dicht an einander liegenden Schwann'schen Röhren besteht und dass fast gar kein Zwischengewebe vorhanden ist: in der That ist auf den frühen Stadien das endoneurale Bindegewebe nur sehr spärlich vertreten; auf den Querschnitten ist bald hier, bald dort eine Bindegewebszelle zu finden, die den Zwischenraum zwischen zwei Nervenfasern ausfüllt; im Allgemeinen scheint aber das Endoneurium erst secundär später hineinzuwuchern; die Lamellen der frühen Stadien (Taf. V, Fig. 2) haben somit mit demselben nichts zu schaffen und gehen vollständig in dem Aufbau der Schwann'schen Scheiden auf.

---

[1] Die von Wlassak (12) geschilderte, von der unserigen so abweichende Entstehungsweise der Myelinscheide lässt sich mit dem oben Geschilderten nicht in Einklang bringen; die Unterschiede mögen wohl zum Theile auf der Verschiedenheit der Objecte (Anamnier und Vögel bei Wlassak, Schaf bei mir), hauptsächlich aber wohl der untersuchten Organe (Centralnervensystem im ersten Falle, periphere Nervenstämme in der vorliegenden Arbeit) beruhen.

Strassburg, im Juli 1899.

Litteraturverzeichniss.

1. S. Apathy, *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.* 1897. Bd. XII.

2. Beard, *Anatomischer Anzeiger.* 1892.

3. A. Bethe, *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1899. Bd. LIV.

4. Th. Boveri, *Abhandl. der phys.-math. Classe der bayr. Akad. der Wissenschaften.* 1885.

5. Gegenbaur, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie.* 1898.

6. Kölliker, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* 6. Aufl. 1889 u. 1896.

7. Kupffer, *Studien zur Entwickelungsgeschichte des Kopfes der Kranioten.* München 1892.

8. Ranvier, *Leçons sur l'histologie du système nerveux.* 1878.

9. Vignal, *Sur le développement des éléments du système nerveux cérebrospinal.* Paris 1889.

10. Westphal, *Archiv für Psychiatrie.* 1895. Bd. XXVI.

11. Derselbe, *Ebenda.* 1898. Bd. XIX.

12. Wlassak, *Archiv für Entwickelungsmechanik.* 1898. Bd. VI.

13. P. Ziegler, *Archiv für klinische Chirurgie.* 1896. Bd. LI.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. V.)

Sämmtliche Präparate von Schafembryonen verschiedenen Alters. Fixirung des Ischiadicus mit dem Apathy'schen Gemisch (Osmiumsäure 1 Proc., Sublimatlösung conc. āā). Vergr. Figg. 1, 2, 3, 4, 7 ca. 400, Figg. 5 und 6 ca. 800.

Fig. 1. Querschnitt durch einige Nervenfaserbündel des Ischiadicus eines Schafembryos von ca. 10 cm Länge. Eosin-Hämalaun. *a* = nackte Axencylinder; *f* = Querschnitte von nackten Fibrillen (Primitivfibrillen? vgl. Text S. 90); *p* = perineurale Zellen.

Fig. 2. Dasselbe Object, einige Schnitte weiter. (* Figg. 1 und 2 = dasselbe Faserbündel). Nachvergoldung nach Apathy. Die Fibrillen gelblichbraun, die Kerne braunroth gefärbt. Die Zwischenlamellen (Schwann'sche Scheiden) tief violett tingirt. *p* = perineurale Zellen, am Rande ebenfalls violett gefärbt.

Fig. 3. Längsschnitt aus demselben Objecte. Behandlung wie Fig. 2.

Fig. 4. Drei Faserbündel eines Ischiadicus eines älteren Embryos (18 bis 20 cm). Apathy's Goldbehandlung. Eingezeichnet nur die tiefvioletten Schwann'schen Scheiden und die Kerne; *a*, *b* und *c* = verschieden alte Stadien. *c* = vollständig ausgebildete (röhrenförmige Schwann'sche Scheiden); *e* = endoneurale Kerne, zwischen den Nervenfasern liegend.

Fig. 5. Eine im Längsschnitt getroffene Nervenfaser. Stadium der Fig. 4. Goldbehandlung. Tinction der Schwann'schen Scheide heller wie in den vorhergehenden Präparaten, etwa lilaroth. Die markhaltige Nervenfaser *n* in der sehr weiten Schwann'schen Scheide *s* gewissermaassen schlotternd. *s'* = noch nicht erfolgte Vereinigung zweier benachbarten Schwann'schen Lamellen.

Fig. 6. Aus einem Zupfpräparate. Stadium der Figg. 4 und 5. Die Schwann'sche Scheide auf der ganzen Strecke leicht verfolgbar.

Fig. 7. Querschnitt durch einige Fasern; etwas weiteres Stadium. Eisenhämatoxylinfärbung. *s* = Schwann'sche Scheide. In *k* die im Querschnitte sichelförmige Schwann'sche Zelle mit dem Kerne getroffen, in k_1 liegt der Kern in einer anderen Schnittebene. *e* = endoneurale Zelle.

Ein menschlicher Embryo von 6·8 mm Nackenlinie.

Von

Cand. med. H. Piper.

(Aus dem anatomischen Institut zu Freiburg i. B.)

(Hierzu Taf. VI u. VII.)

Ganze Reihen normaler und gut conservirter Embryonen des Menschen zu sammeln und dann zu bearbeiten, das ist wegen der Seltenheit des Materiales nur Wenigen möglich; zeigt doch sogar die schöne Reihe der His'schen Embryonen manche bemerkenswerthe Lücke. Einzelne Embryonen aber zu bearbeiten, dazu entschliesst man sich deshalb schwer, weil bei dem Fehlen des Vergleiches mit jüngeren und älteren Stadien die Bearbeitung selbst grosse Schwierigkeiten hat und dann schliesslich die Arbeit doch nur ein Bruchstück liefert, das erst durch die Einfügung in eine grössere Reihe zur vollen Geltung kommen kann. Nichtsdestoweniger erscheint es für die Förderung der menschlichen Embryologie und auch der Pathologie des menschlichen Embryo erwünscht, dass das Material, wie es in einzelnen Exemplaren in die Hände der verschiedenen Embryologen kommt, möglichst eingehend und nach allen Seiten untersucht und die Resultate der Oeffentlichkeit übergeben werden. Rufen wir uns doch in's Gedächtniss, dass auch die für die Embryologie des Menschen grundlegenden Untersuchungen von His ausgingen von der sorgfältigen monographischen Bearbeitung einzelner Embryonen. Bis dahin giebt es aber nur verhältnissmässig wenige solcher Arbeiten: ich nenne hier die Aufsätze von Phisalix (1888), Mall (1891), Fol (1884) und von Spee (1889). Einen bescheidenen Beitrag zur menschlichen Embryologie in diesem Sinne möchte auch ich in dieser Arbeit bringen. Ich hoffe damit zu zeigen, dass eine genaue Durcharbeitung mit der zuverlässigen Plattenmodellirmethode noch

manche recht wünschenswerthe Bestätigung anderer Untersuchungen und auch mehr neue Resultate zu Tage fördert, als man zu glauben geneigt ist; vielleicht regt auch dieser Aufsatz zu weiteren derartigen Untersuchungen an.

Material und Methode.

Der weiterhin beschriebene Embryo wurde durch Abort in der Freiburger Frauenklinik gewonnen und kam Dank der Freundlichkeit des Hrn. Privatdocenten Dr. Sellheim in den Besitz von Hrn. Prof. Dr. Keibel, welcher wiederum die Güte hatte, mir die Schnittserie zum Studium zur Verfügung zu stellen.

Die uns durch Hrn. Dr. Sellheim gütigst zur Verfügung gestellte Anamnese lautet: „24jährige Frau; stammt von gesunden Eltern und ist früher immer gesund gewesen.

Periode trat mit 14 Jahren ein, war immer ganz regelmässig alle 4 Wochen, 4 tägig, mässig stark ohne Beschwerden. Niemals Ausfluss.

Ende September 1897 letzte regelmässige Periode, dann 5 wöchentliche Amenorrhoe, bis Anfang November eine Genitalblutung einsetzte, die in abwechselnder Stärke, mehrmals auch mit Intervallen von einigen Tagen, bis zum 26. Januar 1898 anhielt. Schmerzen waren während dieser Zeit nicht vorhanden. Am 23. Januar ging angeblich ein festerer, etwa taubeneigrosser Klumpen ab, den die Patientin aber nicht näher definiren kann. (Abort?)

Vom 26. Januar bis zum 4. März blieb nun jegliche Blutung aus. Am 4. März stellte sich Abends 6 Uhr eine plötzliche, starke Blutung ein und zugleich traten auch anhaltende, mässige, ziehende Kreuzschmerzen auf.

Am 5. März gegen 1 Uhr Nachmittags fand sich unter zahlreichen Blutgerinnseln in der Scheide das Ei.

Der Muttermund war etwas eröffnet, doch nicht weiter als dass man mit grosser Mühe mit einem Finger vielleicht in den Uterus hätte eindringen können. Uterushals ist im Ganzen ziemlich weich und aufgelockert, der Körper mässig fest, gänseeigross, besonders im Dickendurchmesser vergrössert. Die Gegend oberhalb des Isthmus ist bis auf einige Millimeter zusammendrückbar."

Das oval gestaltete Ei maass zusammengesunken 35 ^{mm} im längsten, 29 ^{mm} im kürzesten Durchmesser. Es war bis auf eine 6 bis 7 ^{mm} grosse kahle Stelle am Gegenpol mit Zotten besetzt, welche an der Gegenpolseite etwas kürzer waren. Die Härtung wurde in Formalin und in Alkohol von allmählich steigender Concentration vorgenommen. Nachdem der Eisack an der dem Embryo gegenüberliegenden Stelle eröffnet war, zeigte sich, dass das Amnion dem Embryo dicht anlag und als abnormer Befund, dass

Masse	Alter	Körperform	Urwirbel	Nervensystem	Auge	Ohr	Nase
Ei: Länge 35 mm Breite 29 mm Embryo: Nackenlinie 6·8 mm	Der Gestalt und Entwickelung des Embryo nach auf 26 Tage geschätzt	C-förmig, Schwanzende rechts gerollt	Gesammtzahl 39, zum Kopf gehörig 3, zum Rumpf gehörig 36	3 primitive Hirnbläschen. Im Hirn u. Rückenmark Sonderung d. Ganglienzellen von d. Ependymzellen. — Im peripheren Nervensystem Plexusbild. im cervicalen und brachialen Nervengebiet	Augenbläschen haben Becherform, sind mit hohlem Stiel mit dem Zwischenhirn verbunden. Linsenbläschen noch offen	Ohrbläschen geschlossen. Ductus endolymphaticus ist gebildet	Riechgrübchen sehr flach
Hypophyse	**Mund**	**Verdauungstractus, Leber u. Pankreas**	**Kiementaschen, Thyreoid., Thymus, Trachea, Lungen**	**Urogenitalsystem**	**Herz und Gefässe**	**Coelom**	**Bemerkungen**
Sichelförmige Einstülpung der dorsalen Mundwand	Spaltförmiger Mundraum mit sehr kleinem Tuberculum impar der Zungenanlage und stark ausgebildeten Zungengrundwülsten	Die spindelförmige Magenerweiterung steht in der Längsaxe des Körpers. Coecalerweiterung. Beginnende Darmschlingenbildung. Lebergewebe, sehr mächtig, durchsetzt Septum transversum. Gallenblasenanlage vorhand., solide. Ventrales und dorsales Pankreas als solide Epithelknospen angelegt	I. Kiementasche mit dorsalem Recessus, II. mit caudalem, IV. endet ventral zweizipflig. Thymus und laterale Thyreoidea noch nicht angelegt. Mediane Thyreoidea zweilappig. Trachea theilt sich in die beiden blind endigenden Hauptbronchi	Urniere stark ausgebildet. Nierenknospen eben angelegt. In der Cloake sind zwei Auftheilungsfalten gebildet. Schwanzdarm ist gut ausgebildet. Die Cloakenmembran bildet vollständigen Verschluss	Vorhofscheidewand theilt Vorhofsraum zur Hälfte auf. Im Ohrcanal liegen Endocardwülste an einander. Weites Ostium interventriculare. Bulbuslängstheilung beginnt. 3., 4., 5. Kiemenarterienbogen vollständig, 1., 2. obliterirt. Umbilicalvenen lösen sich in Leber auf. Linke bildet durch Anastomose mit Dottervene den Ductus Arantii	Die Coelomhöhlen communiciren noch miteinander. Membr. pleuropericardialis gebildet, links mehr als rechts. Rechter Duct. Cuvieri ist mit dorsaler Herzwand verwachsen, linker noch nicht. Rechts gehen dorsaler u. ventraler Pfeiler unter Bildung der Membr. pleuroperitoneal. in einander über. Links erreichen sich dorsaler u. ventraler Pfeiler cranial noch nicht	Extremitäten sind stummelförmig. Amnion anliegend. Dotterbläschen fehlt

das Dotterbläschen mitsammt seinem Stiel völlig fehlte. (Taf. VI, Fig. 1.) Das Amnion wurde wegpräparirt, und der Embryo unter Durchschneidung des Bauchstieles von den Eihäuten gelöst. Die jetzt vorgenommene Messung des Embryo ergab, dass seine Nackenlinie (*Nl*) 6·8 mm lang war; darauf wurde der Embryo in Boraxcarmin in toto gefärbt, nach Einbettung in Paraffin in 425 Schnitte von 15 μ Dicke zerlegt und in Canadabalsam eingeschlossen. Der Schrumpfungscoëfficient beträgt ungefähr 6 Procent.

Der Embryo wurde dann vollständig nach der Born'schen Plattenmodellirmethode reconstruirt und zwar bei 66·7 facher Vergrösserung, damit 1 mm dicke Platten erzielt würden. Specialmodelle fertigte ich vom Ventrikeltheil des Herzens an, um das Verhalten der Endocardkissen genau zu studiren, ferner von der Cloake und den Anlagen des Pankreas, der Gallenblase und der Ductus hepatici (Taf. VII, Fig. 13).

Auf S. 97 habe ich eine tabellarische Uebersicht über den Entwickelungsgrad der Organe eingefügt.

Aeussere Formen.

Den ganzen Embryo habe ich nicht gesehen, doch sind Photographieen bei $2^1/_2$ und 5 facher Vergrösserung, mit und ohne Amnion, in stereoskopischer und gewöhnlicher Aufnahme durch Hrn. Prof. Dr. Keibel und Hrn. Ferrars, ferner die auf der Tafel reproducirte Zeichnung (Taf. VI, Fig. 1) und endlich die Reconstruction angefertigt worden, so dass ich wohl in der Lage wäre, Angaben über die äusseren Formverhältnisse zu machen; doch verzichte ich darauf, da nichts wesentlich Neues zu berichten wäre. Der Embryo schliesst sich auf das Engste an den von Mall (1891) beschriebenen in dieser Hinsicht an, auch an die His'schen *A* und *B*. Erwähnt sei nur, dass das Schwanzende nach der rechten Seite aufgerollt war.

Die Zählung der Ursegmente ergab eine Gesammtzahl von 39; davon gehören 3 dem Kopf-, die übrigen 36 dem Rumpfgebiet an.

Integument.

Das Ectoderm der Körperoberfläche des Embryo war so wenig gut erhalten, dass über das Integument und seine Organe, insbesondere über einen etwa vorhandenen Milchstreifen keine Aufschlüsse gewonnen werden konnten.

Nervensystem.

Auch das Gehirn ist leider in einem Zustande, der die Reconstruction und eine detaillirte Beschreibung verbietet, es ist stark gefaltet und zerrissen, stellenweise auch kleinzellig infiltrirt. Es muss also die Angabe

genügen, dass es einem etwas jüngeren Stadium als der His'sche Embryo Br_3 (1888) entspricht.

Das Rückenmark zeigt Verhältnisse, wie sie in den abgebildeten Querschnitten angedeutet sind. (Figg. 2 bis 11.) Von den Ependymzellen haben sich die Ganglienzellen gesondert und aussen befindet sich ein Belag von Fasern. In der unteren Hälfte des Embryo ist es mit der deckenden Epidermis an seiner hinteren Commissur geplatzt (Figg. 10 und 11).

Ich wende mich nunmehr zur Beschreibung der Ganglien und Nerven. Die Spinalganglien, deren ich, vom Froriep'schen abgesehen, 28 zählen konnte, sind mit der Medulla durch einen sehr zellarmen, manchmal völlig zellfreien Fibrillenstrang verbunden, dessen Fasern wohl sicher als Ausläufer der Ganglienzellen gelten müssen, sei es nun, dass die Zellen beim Auswandern aus der Medulla einen gleichsam mehr und mehr sich ausziehenden Protoplasmafaden im Rückenmark angeheftet zurückgelassen haben, sei es, dass eine vollständige Trennung und ein secundäres Wiedereinwachsen der Fibrillen erfolgt. Mir erscheint das erstere wahrscheinlicher, weil der Vergleich mit den weiter caudal gelegenen, weniger differenzirten Ganglien zeigt, dass zuerst ein rein zelliger Zusammenhang mit der hinteren Commissur der Medulla besteht, dass dieser weiter cranial zellig-fibrilläre und ganz vorn rein faserige Struktur zeigt, dass also die Verbindung mit der Medulla nie völlig gelöst wird. Doch der Erhaltungszustand des vorliegenden Embryo im Gebiete des centralen Nervensystemes ist nicht gut genug, um über diese Frage eine entscheidende Beobachtung zu gestatten.

Von der primitiven Ganglienleiste sind, wie gesagt, ausser dem Hypoglossusganglion 28 Spinalganglien mehr oder weniger deutlich absegmentirt; weiter caudal besteht die Leiste als solche. Die ventrale Wurzel stellt einen locker gefügten Fibrillenstrang dar, der sich der medio-ventralen Fläche des Ganglion anlegt und Fasern von letzterem aufnimmt. Der vereinigte Stamm endigt dann meistens in der von His beschriebenen Büschelform lateral in der gleichen Frontalebene, in der die Vena jugularis liegt, weiter caudal vor der medialwärts einspringenden Urnierenfalte des Coeloms, und zwar stets an dem entsprechenden Muskelsegment.

Wie ersichtlich, ist also im Allgemeinen die periphere Verbreitung der einzelnen Nerven des Rumpfes noch recht primitiv. Die Plexusbildung hat im Cervical- und Dorsaltheil begonnen. Die ersten 4 Spinalnerven theilen sich je in einen mit dem weiter cranialen und einen mit dem nächsten caudalen Nerven anastomosirenden Zweig. Der 1. und 2. gehen Verbindungen mit dem Hypoglossus ein. Der caudal abgezweigte Theil des 4., der 5., 6., 7. und 8. Spinalnerv sind kräftige fibrillenreiche Stränge und verbinden sich zum Armplexus. Weiter caudal zeigen die Nerven in ihren Anastomosen das bei den ersten 4 Halsnerven beschriebene Verhalten, doch

bleiben etwa vom 16. Spinalnerven an die Verbindungen aus. In der Gegend der unteren Extremität fehlt nicht nur jede Plexusbildung, sondern vom 25. Ganglion ab sind überhaupt keine ventralen Wurzeln mehr zu erkennen. Auch ist hier am Rückenmark weder ein Faserbelag noch Differenzirung in Ependym- und Ganglienzellen zu finden.

Bei der Beschreibung der Kopfnerven beginne ich mit dem Hypoglossus und bemerke im Voraus, dass die Orientirungsbegriffe auf den gestreckt gedachten Embryo zu beziehen sind. Der Nerv nimmt seinen Ursprung in breiter Ausdehnung aus vielen einzelnen Fibrillenbündeln, die von der Nackenbeuge bis zum Vagusaustritt aus dem Nachhirn hervorgehen. Zellanhäufungen, welche ich als Froriep'sches Ganglion ansprechen muss, finde ich in naher Lagebeziehung zum Accessorius. Der 12. Hirnnerv verläuft in dorso-ventraler Richtung ein wenig caudal vom Vagus letzterem parallel und wird weiterhin und zwar im Gebiete des Ganglion nodosum von diesem durch die Vena jugularis getrennt, geht Anastomosen mit den beiden ersten Cervicalnerven ein und lässt sich weiter verfolgen, bis er lateral vom Vagus verschwindet. Eine Anastomose mit dem 3. Cervicalnerven konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen, ebenso wenig einen Ramus descendens und ein Ansa Hypoglossi. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass der Ramus descendens sich aus den beschriebenen Anastomosen und einer Anastomose mit dem 3. Cervicalnerv herausbilden wird. Diese Auffassung ergiebt sich sowohl aus älteren Untersuchungen, als aus den in dieser Beziehung abschliessenden Arbeiten von Holl[1] (1876), wonach der Ramus descendens und die Ansa nur Cervicalnervenfasern führt. Die Figuren 3 und 4 von His (1888) erwecken den Anschein, als wenn der Ramus descendens selbstständig aus dem Hypoglossus hervorwächst, die Anastomosen mit den Nervi cervicales 1 und 2 sind dort nicht zur Darstellung gebracht. Bei Mall (1891) sind solche Anastomosen auch nicht gezeichnet, aber es fehlt dort auch der Ramus descendens. Das Original für Fig. 332 in Kollmann's Entwickelungsgeschichte, die eine Abbildung Mall's wiedergeben soll, konnte ich nicht auffinden; die Figur entspricht im Allgemeinen dem Mall'schen Embryo von 26 Tagen, nur zeigt auch der Glossopharyngeus einen etwas eigenthümlichen Verlauf; sie lässt einen Ramus descendens hypoglossi ohne Anastomosen mit Cervicalnerven erkennen.

Der Accessorius beginnt, und zwar ebenfalls in breiter Ausdehnung, vom dorsalen Theil des Nachhirns und schliesst sich dem Vagus an, bei dessen Ganglien er als isolirt anliegendes Fibrillenbündel erscheint. Er

---

[1] Man vgl. Schwalbe, *Lehrbuch der Neurologie.* S. 886—888, und Holl, *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1876.

geht erst weit ventral im Ganglion nodosum auf. Den Ramus externus des Accessorius konnte ich nicht finden und schliesse mich deshalb der von His abgebildeten Profilconstruction des Embryo *Ko* mit meinem Befunde an, die den selbstständigen Accessoriusast gar nicht zur Erscheinung kommen lässt (His 1888).

Der Vagus entspringt wenig weiter cranial als der Accessorius. Die Ganglien jugulare und nodosum sind nur durch eine leichte Einschnürung von einander getrennt. Zwischen Ganglion nodosum und Hirn schiebt sich die Vena jugularis ein. Nachdem bei letztgenanntem Ganglion eine Anastomose mit dem Glossopharyngeus erfolgt ist, theilt sich der Nerv in einen Ast für den vierten Schlundbogen, den Nervus laryngeus inferior oder recurrens einerseits, und den caudalwärts ziehenden Stamm andererseits, der medial von der Jugularvene den Oesophagus begleitet.

Der Glossopharyngeus zeigt mit seinen beiden Ganglien, dem Ehrenritter'schen und dem Petrosum, ein ähnliches Verhalten wie der Vagus, von dem er durch die Vena jugularis getrennt ist. Er geht die erwähnte Anastomose ein und zieht zum dritten Schlundbogen.

Während die bisher beschriebenen Nerven caudal vom Gehörsbläschen liegen, tritt der Acustico-Facialis cranial von diesem aus, um sogleich zu dem sehr zerklüfteten Zellhaufen des Ganglion geniculi, vestibuli und cochleae anzuschwellen. Der Gehörnerv tritt zum Bläschen an dessen ventralem Pole. Der übrig bleibende Facialis geht zum zweiten Schlundbogen.

Der Trigeminus bildet das grösste der Kopfganglien. Als dritten Ast sendet er ein Fibrillenbündel von erheblichem Umfang in den Unterkieferbogen; der zweite erscheint ebenfalls als ein starker, lateral vom Ganglion gelegener Strang. Ein letzter, aber viel dünnerer Ast geht aus der dorsolateralen Ecke des Ganglion am weitesten cranial hervor und zieht, ziemlich subcutan gelegen, die Vena jugularis begleitend, in eine in der Nähe der Augenblase befindliche dichte Zellmasse, wo er sich verliert. Dieser Ast ist noch lange von Ganglienzellen infiltrirt und umgeben. Ein Ganglion ciliare, wie es His und auch Mall abbilden, konnte ich nicht finden. Die erwähnte dichte Zellmasse muss meiner Ansicht nach als Anlage der Augenmusculatur gelten und enthält kein Ganglion ciliare, ein Befund, der mit den von Reuter (1897) für das Schwein gemachten Angaben übereinstimmen würde.

Den Oculomotorius kann man bei seinem Austritt aus dem Gehirn erkennen, aber nicht weiter verfolgen. Abducens und Trochlearis habe ich trotz eifrigen Suchens nicht gefunden.

Die Anlage des Sympathicus konnte ich nicht mit wünschenswerther Deutlichkeit erkennen.

Zusammenfassend mache ich noch einmal auf folgende Punkte aufmerksam: 1. Einen Ramus descendens hypoglossi konnte ich nicht nachweisen, dagegen Anastomosen mit dem 1. und 2. Cervicalnerven, welche Fasern des Ramus descendens führen dürften. 2. Ein Ramus externus accessorii ist nicht zu finden. 3. Ein Ganglion ciliare, wie es His und Mall abbilden, konnte ich nicht finden.

Sinnesorgane.

Die Augenbläschen zeigen Becherform und sitzen mit hohlem Stiel dem Zwischenhirn auf. Die Linsenbläschen sind noch weit offen.

Die Längsaxe des Ohrbläschens ist in die Richtung vom vorderen Theil der Rautengrube auf den zweiten Schlundbogen eingestellt. Es entspricht der Darstellung von His (1888) für Embryo Br_3: Der Ductus endolymphaticus ist in dem von mir untersuchten Stadium noch nicht so lang, wie ihn His für Br_3 zeichnet. Eine leichte Einschnürung des Bläschens deutet die Bildung von Sacculus und Utriculus an.

Die Riechgruben sind sehr flach und fast noch als Riechplatten zu bezeichnen. Auf sie komme ich noch einmal am Schluss zurück.

Gefässsystem.

Das Herz.

Vom Herzen werde ich eine genauere Beschreibung geben, da es wesentlich zur Aufklärung der Differenzen beiträgt, zu denen Beobachtungen an menschlichem Material von His (1880) und an anderen Säugern, besonders Kaninchen, von Born (1888) geführt haben. Für die Reihenfolge bei der Betrachtung der einzelnen Theile werde ich die Richtung des Blutstromes maassgebend sein lassen, so dass zuerst der Venensinus, dann der Vorhoftheil und zuletzt der Ventrikeltheil besprochen wird.

Fasst man die Dorsalansicht des Herzens in's Auge, so sieht man hier den vom Vorhoftheil weit herabhängenden, hufeisenförmigen, cranial concaven Sinusbogen (Taf. VI, Fig. 3 *SV*). Durch das Mesocard ist er zum grössten Theil am Septum transversum befestigt (Taf. VI, Figg. 3 und 7 *MC*); doch zieht sich die Insertion in der Mitte cranial zum Herz-Lungengekröse (Taf. VI, Figg. 3 und 7 *LG*) aus, durch welches die Lungenvene (*Vp*) in den linken Vorhofsraum eintritt. Im mittleren Theil des Sinus münden die aus der Leber kommenden Gefässe ein; die cranialen Fortsetzungen seiner beiden Schenkels sind die Ductus Cuvieri (Taf. VI, Fig. 3 *RDC* und *LDC*) und diese sind durch die lateralen Fortsetzungen des Mesocards (Fig. 2 *MPPC* und Taf. VI, Figg. 3 und 7 *MPPC*) mit dem Septum

transversum und weiterhin mit der lateralen Leibeswand verbunden, wie später bei der Beschreibung der Coelomverhältnisse näher erörtert werden wird. An der dorsalen Vorhofswand ist der Sinus und während seines cranio-caudalen Verlaufes der rechte Ductus fixirt, der linke dagegen ist mit derselben nicht verwachsen.

Der Vorhoftheil des Herzens hat wiederum Hufeisenform und umgreift mit seiner Concavität den Bulbus arteriosus. Die Herzohren erscheinen jederseits als caudal herabhängende Zipfel der Hufeisenenden (Taf. VI, Figg. 2 und 3 *RVH* und *LVH*). Cranial deutet eine leichte mediane Furche (Taf. VI, Figg. 3 und 4 *F*), in welche sich der Aortenbulbus einlegt, die begonnene Auftheilung des gemeinsamen Atrienraumes an.

Durch den dickwandigen Ohrcanal stehen die Vorhöfe mit dem rechten Theil der Ventrikelschleife in Verbindung. Der Ventrikeltheil ist durch eine deutliche, aussen markirte Furche in zwei ungleich grosse Theile getheilt. Dieselbe kommt unter dem rechten Vorhof auf der dorsalen Oberfläche des Herzens zum Vorschein (Taf. VI, Fig 3), läuft schräg caudalwärts auf die Medianebene zu, nimmt jedoch, ehe sie dieselbe erreicht, eine gerade cranio-caudale Richtung, gelangt auf die ventrale Herzfläche und steigt hier caudo-cranial auf, um zuletzt schräg links-cranial zu verlaufen (Taf. VI, Fig. 2). Durch diese Abgrenzung wird dem linken Schenkel der Ventrikelschleife (Taf. VI, Fig. 2 *LVS*) ein erheblich grösseres Volumen zuertheilt als dem rechten (Taf. VI, Fig. 2 *RVS*), ein Verhältniss, welches noch durch eine stärkere Ausdehnung des linken caudalwärts gesteigert wird.

Der linke Ventrikelschenkel (Taf. VI, Fig. 2 *LVS*) setzt sich cranialwärts ohne aussen markirte Grenze in den Truncus arteriosus fort (Taf. VI, Fig. 2 *TA*). Dieser steigt zunächst ventro-cranial und im Winkel von 45° zur Transversalebene medianwärts auf, bis er die Mittellinie erreicht; dabei nimmt er conisch an Umfang ab. Nun biegt er aus der ventral in eine dorsal aufsteigende Richtung und zugleich in der Weise um, dass seine Axe nicht weiter schräg median verläuft, sondern in die Medianebene fällt. Er steigt von nun an, die mediane Lage beibehaltend, empor, bis er die Herzbeutelwand durchsetzt (Taf. VI, Fig. 2 *TA*).

Betrachtet man das Vorhofsinnere, so sieht man, dass das Vorhofsseptum (Septum I Born, 1888) (Taf. VI, Figg. 4 und 5 *SI*) soweit herabgewachsen ist, dass es die obere Hälfte des Gesammtvolumens in zwei Theile scheidet. Es ist windschief, d. h. es ist mit seiner Insertion an der dorsalen Vorhofswand in der Weise nach rechts abgewichen, dass es hier gerade auf die rechte Ecke des Ohrcanales treffen würde, wenn es in derselben Richtung weiter wachsen und das Ostium atrio-ventriculare seine Lage beibehalten würde; dagegen würde es vorn nach links $^2/_3$, nach rechts $^1/_3$ der ventralen Ohrcanalswand abtheilen (Taf. VI, Fig. 5).

Dem entspricht das Verhalten der Endocardkissen: während das ventrale, vom unteren Rand des Vorhofsseptums aus in den Ohrcanal ziehend, zu $^{2}/_{3}$ im linken und $^{1}/_{3}$ im rechten Vorhofsgebiet liegt, muss man das dorsale fast gänzlich dem linken zuteilen (Taf. VI, Fig. 5). Der freie Rand der Sinusklappe trägt keine Endocardverdickung; übrigens konnte ich auch am freien Rande des Septum I nur eine sehr geringe Verdickung des Endocards nachweisen, freilich war die Schnittrichtung hier ungünstig. Im Canalis auricularis liegen dann die Endocardkissen mit den vorgebauschten Mitteltheilen aneinander und lassen links einen grösseren, rechts einen kleineren dreiseitigen Durchgang zum Ventrikeltheil frei. Zu bemerken ist noch, dass im linken Vorhofsgebiet, in dem Winkel, welchen die dorsale Wand mit dem Septum I bildet, ein Vorsprung sich befindet (Fig. 2 *P* und Taf. VI, Figg. 4 und 5 *P*), dem ein äusserer kleiner Pericardialrecessus entspricht (Fig. 2 *PCR*).

In der hinteren Wand des rechten Vorhofes befindet sich, von einer sehr grossen rechten (Fig. 2 *RVK* und Taf. VI, Figg. 4 und 5 *RVK*) und einer kleinen linken Klappe (Fig. 2 *LVK* und Taf. VI, Figg. 4 und 5) eingefasst, die Sinusmündung. Beide Klappen hängen an ihren cranialen Enden als Septum spurium (His) (Taf. VI, Figg. 4 und 5 *SS*) mit einander zusammen. Die linke verstreicht etwas oberhalb vom Niveau des freien Vorhofsscheidewandrandes. Beide Klappen bestehen unzweifelhaft aus Musculatur. Eine Spina intermedia (His) konnte ich nicht nachweisen. Dagegen fehlt an der Stelle, wo sie nach His auftreten sollte, in der That, freilich nur an einer kleinen Stelle, die Muskelwand des Herzens (Taf. VII, Fig. 6) und das Bindegewebe des Mesocardium posterius tritt hier unmittelbar unter das Endothel des Herzens. Endocardverdickungen sind an den Sinusklappen nicht vorhanden, wie denn auch das dorsale Endocardkissen des Atrio vertricular-Ostiums nicht zur Klappe zieht, sondern im Gegentheil dem linken Vorhofsgebiet angehört. Auch ist die Klappe durch eine aus dem Sinus abwärts und dann rechts lateralwärts ziehende Furche nach links und unten gut abgegrenzt und vom dorsalen Endocardkissen getrennt (Taf. VI, Fig. 5).

Im Spatium interseptale (Born, 1888) ist noch keine Spur von einem Septum II zu finden. Zu erwähnen ist aber noch, dass die dünnste Stelle der Vorhofsscheidewand sich nahe der cranialen Wurzel befindet, was wohl schon mit der Bildung des Ostium II, der Anlage des Foramen ovale, in causalem Zusammenhang steht.

Die Schenkel der Ventrikelschleife stehen noch grösstentheils durch ein weites Ostium interventriculare (Born) mit einander in Communication; doch findet sich der äusseren Furche entsprechend eine dorso-ventrale Einschnürung und ein noch ziemlich kleines, aber breites Septum im Grunde

der Schleife, welches, durchgeführt gedacht, gerade zwischen Aortenostium und Ohrcanal inseriren würde. Beide Ostien liegen noch fast völlig neben einander in der gleichen Frontalebene. In der Wand sind die aus den Born'schen Modellen bekannten, noch nicht differenzirten Anlagen der Trabekel, Papillarmuskeln und Chordae tendineae zu finden.

Von Interesse ist nun noch das Verhalten der Endocardwülste im Ventrikeltheil. Der ventrale Bulbuswulst verbindet sich mit dem ventralen Ohrcanalswulst, indem letzterer zur rechten Ventrikelschleife hinüberzieht. Der dorsale Bulbuswulst verläuft frei im rechten Ventrikelschenkel, während der hintere Ohrcanalswulst, etwas medianwärts ziehend, auf das Ventrikelseptum zugeht. Eine Verbindung zwischen beiden dorsalen Endocardkissen findet nicht statt.

Ich stelle wiederum die wichtigen Punkte zusammen: 1. Die Sinusklappen bestehen aus Musculatur und tragen keine Endocardverdickungen. 2. Das dorsale Endocardkissen liegt im linken Vorhofsgebiet. 3. Von diesem Kissen und dem Septum ist die rechte Sinusklappe durch eine deutliche Rinne getrennt, so dass eine Betheiligung am Aufbau der Vorhofsscheidewand nicht wahrscheinlich erscheint. 4. Eine Spina intermedia (His) ist nicht ausgebildet, doch finden wir dort, wo sie liegen soll, die Musculatur des Herzens an einer kleinen Stelle unterbrochen (Area interposita. His). 5. Die Drehung der Ventrikelschleife um eine cranio-caudale Axe, so dass das Aortenostium vor den Ohrcanal zu liegen kommt, hat kaum begonnen. 6. Die ventralen Endocardkissen verbinden sich im Ventrikeltheil mit einander. 7. Die dorsalen thun das nicht; das vom Ohrcanal kommende zieht auf das Ventrikelseptum zu.

Arteriensystem.

Aus dem Bulbus arteriosus ziehen, wie erwähnt, zwei Endocardwülste, ein dorsaler und ein ventraler, in den Ventrikel. Dieselben lassen ein spaltförmiges, mit seinem längsten Querdurchmesser frontal eingestelltes Lumen frei. Etwa in der Höhe des Ohrcanales legen sich im Bulbus die Kissen mit ihren freien Flächen in der Mitte an einander und lassen beiderseits einen Durchgang frei. Dieses Verhalten findet sich nur auf vier Schnitten: es hat also die Theilung des Bulbuslumens in Arteria pulmonalis und Aorta eben begonnen. Das Lumen ist weiter cranial, von rechts ventral, nach links dorsal mit seinem längsten Durchmesser eingestellt, weiterhin sagittal und endlich von links ventral, nach rechts dorsal; dabei bleibt es nicht spaltförmig, sondern bekommt einen mehr rundlichen Querschnitt. Die Wulste haben also von unten nach oben einen linksspiraligen Verlauf, und zwar beschreiben sie fast $^3/_8$ einer Umdrehung (s. Fig. 1).

Nachdem der Bulbus (Taf. VI, Fig. 2 *TA*), median gelegen, den Herzbeutel verlassen hat, verliert er alsbald die Endocardverdickung und es theilen sich nunmehr mit gemeinsamem Anfangsstück, doch sogleich gabelig dorsal aus einander weichend, die Pulmonalbögen ab. Von diesen nimmt jederseits eine Arteria pulmonalis schon ziemlich proximal ihren Ursprung und zieht, lateral und etwas ventral von der Trachea gelegen, in die Lungenanlagen. Das distale Stück des Bogens mündet dorsal in die paarigen Aortenwurzeln (dorsalen Längsgefässe).

Die ventrale Truncuswand wird cranial vom Abgang der Pulmonalbögen von der medianen Thyreoidea dorsalwärts eingebuchtet und der Stamm theilt sich jetzt in drei jederseits abgehende Bogen auf. Zwei davon, der 4. (5. und 4. nach Zimmermann, 1891) und der 3. fliessen dorsalwärts in die Aortenwurzeln. Der als 5. und 4. bezeichnete zeigt auf

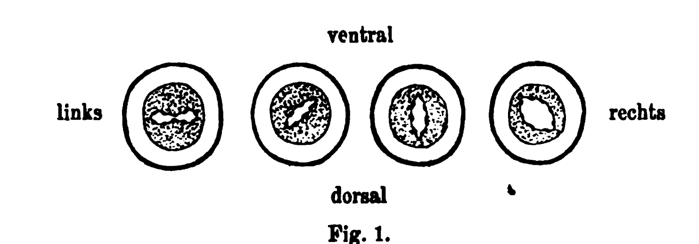


Fig. 1.

Vier schematische Querschnitte durch den Truncus arteriosus, welche das Verhalten der Endocardverdickung zeigen.

der rechten Seite ein Verhalten, welches an das von Zimmermann (1891) beschriebene erinnert: ein kleiner Ast, der bald zurückanastomosirt, theilt sich etwas vor der Mitte des Bogens ab. Auch die auf eine rudimentäre Kiementasche weisende Entodermverdickung konnte ich konstatiren. Doch ist zu bemerken, dass, abweichend von dem Befunde Zimmermann's, das feinere der beiden Gefässe zwischen dem 3. und 4. und nicht zwischen dem 4. und 5. Bogen sich findet. Der zweite Bogen verläuft nur ein kleines Stück dorsalwärts; der weitere distale Theil ist wie der ganze erste Bogen völlig verschwunden. Aus dem Anfangstheil nimmt ein feines Gefäss, die Carotis externa, seinen Ursprung, welches, den Hyoidbogen ventralwärts durchsetzend, im Mandibularbogen endet.

Aus dem dritten Bogen entspringt die Carotis interna. Sie liegt beiderseits ziemlich oberflächlich der dorsalen Mundwand auf (Fig. 8 *CI*), wendet sich dann, unter Zurücklassung eines feinen Gefässes in gleicher Lage (Arteria corporii callosi), dorsalwärts vom Augenbläschen und theilt sich hier in die Arteria ophthalmica und einen mit der Arteria verterbralis anastomosirenden Ast.

Aus den dorsalen Längsstämmen, welche weiter caudal als Aortenwurzeln die Aorta aus sich hervorgehen lassen, entspringt zunächst die Arteria vertebralis cephalica (His). Die erste segmentale Arterie des Hinterhauptes, welche mit dem Hypoglossus verläuft, war nicht mehr nachzuweisen. Die der 2. segmentalen Arterie des Hinterhauptes entsprechende Arteria vertebralis cephalica (His) verläuft zunächst paarig ventral und etwas lateral von der vorderen Commissur der Medulla und des Nachhirns hin; dann vereinigen sich die beiden Arterien in der Mittellinie und die so entstandene Arteria basilaris liegt nunmehr der Bodenplatte dicht an. Nachdem das Gefäss in seinem Verlauf zahlreiche kleine Zweige abgegeben hat, welche das Gehirn dorsalwärts umfassen, anastomosirt es im Gebiete des Sattels mit den paarig herantretenden Carotiden.

Von den paarig caudalwärts ziehenden Aortenwurzeln gehen nach der Arteria vertebralis cephalica fünf kleinere segmentale Arterien dorsalwärts ab, die aber noch nicht zur Bildung des unteren Theiles der Vertebralarterie mit einander confluiren.

Nachdem der unpaare Aortenstamm gebildet ist, entspringen als 6. cervicale Segmentalarterien die Arteriae subclavia, (Fig. 6 *AS*), welche sich der vorderen Extremität zuwenden, nachdem noch gleich an ihrer Wurzel ein dorsal ziehendes kleines Gefäss sich abgezweigt hat. Wenn wir also den primitiven Ursprung der Arteria vertebralis als 2. segmentale Arterie rechnen, entsprechen die Subclaviae den 8. Segmentalarterien, wie das auch Hochstetter bei Kaninchen- und Katzenembryonen findet.

Dorsalwärts gehen auch weiterhin die bekannten segmentalen Aestchen ab, während noch zahlreichere, unregelmässig angeordnete Gefässchen ventral zur Urniere ziehen. Ich habe, obwohl ich darnach fahndete, keine segmentale Anordnung bei letzteren bemerken können.

Ein Gefäss, vielleicht die Arteria coeliaca (Taf. VII, Figg. 8 und 10 *AC*), tritt in der Höhe des unteren Magenendes aus der Aorta aus, läuft ein kurzes Stück im Mesenterium caudalwärts und verschwindet bald. Die Arteriae omphalo-mesentericae treten, die zweite wenig caudal von der ersten in das Mesenterium und fliessen alsbald zu einem Gefäss zusammen, welches sich bis zur noch kenntlichen Ansatzstelle des obliterirten Ductus omphalo-entericus verfolgen lässt. Wie der Ductus omphalo-entericus sind auch seine Gefässe obliterirt: es finden sich keine Reste vom Stiel des Dotterbläschens.

Die Umbilicalarterien beschreiben nach ihrem Abgang von der Aorta einen cranial concaven Bogen in der lateralen Körperwand und ziehen dann in umgekehrtem Bogen in den Bauchstiel, wo sie zwischen Coelomdurchtritt und Venae umbilicales zu finden sind. Uebrigens sind auch noch Reste des primitiven Verlaufes der Umbilicales medial von den Wolff'schen

Gängen zunächst im Mesenterium und dann lateral vom Darm kenntlich. Der übrig bleibende capillare Rest des unpaaren Aortenstammes kann bis in die Schwanzspitze verfolgt werden (Taf. VII, Fig. 10 *A*). Auch eine Arteria mesenterica inferior ist nachzuweisen.

Als besonders bemerkenswerth hebe ich aus diesem Abschnitt noch einmal hervor: 1. Die Endocardverdickungen im Bulbus sind links gewunden, was durch später erfolgende Drehung der Ventrikelschleife aufgehoben wird. 2. Der 4. Aortenbogen theilt sich rechts in einen 5. und 4. 3. Der hintere Theil des Circulus arteriosus Willisii ist durch Anastomosen der inneren Carotiden mit der Arteria basilaris gebildet. 5. Die Arteriae subclaviae gehen vom unpaaren Aortenstamm ab; sie entsprechen den 6. cervicalen Segmentalarterien.

Venensystem.

Die Vena jugularis fliesst in den cranialsten Theilen des Kopfes aus mehreren kleinen Gefässen zusammen und liegt hier ziemlich weit dorsal. Im weiteren Verlauf nimmt sie mehrere von der dorsalen Commissur des Hirns kommende kleine Venen auf und liegt im Gebiete des Zwischenhirns eben dorsal vom Augenbläschen. Weiterhin zeigt sie ein eigenthümliches Verhalten insofern, als sie sich stets trennend zwischen je zwei der grossen Kopfganglien einschiebt. Sie liegt zunächst medial vom Trigeminusganglion, nimmt hier einen vom Oberkieferfortsatz kommenden Ast auf und begiebt sich dann zwischen das Ganglion Gasseri und den Acustico-Facialis, indem sie beide Nerven von einander scheidet. Um den Acusticus schlingt sie sich herum und kommt in eine laterale Lage zu dessen Ganglien und zum Ohrbläschen. Diese Lage behält sie in Bezug auf den Glossopharyngeus bei, schiebt sich aber dann eben dorsal von der Vagus-Glossopharyngeus-Anastomose zwischen X. und IX. Hirnnerv ein und liegt, nachdem sie einen von der dorso-lateralen Seite des Vagus kommenden Ast aufgenommen hat, medial von dessen Ganglien. Nun trennt sie bald die Hypoglossusfasern vom Vagus, indem sie sich auf die dorso-caudale Seite des letzteren begiebt, und dann medial vom Hypoglossus verläuft. Vor ihrem Eintritt in den Ductus Cuvieri nimmt sie mehrere kleine und zuletzt eine stärkere Intervertebralvene auf, während sie, an beiden Seiten des Oesophagus und der Trachea gelegen, ihr Blut caudalwärts leitet.

Der Ursprung der Vena cardinalis lässt sich bereits in der Höhe des unteren Theiles der Aftermembran an beiden Seiten etwas ventral von der Aorta bestimmen. Eine Anastomose besteht zwischen ihnen und den Umbilicalvenen in der Höhe des cranialsten Cloakentheiles. Den Nierenanlagen liegen sie dorso-lateral an, werden aber dann durch die Arteriae

umbilicales zurück und lateralwärts gedrängt, so dass sie in die gleiche Frontalebene mit der hinteren Aortenwand zu liegen kommen. In diesem Gebiete mündet ein grösseres und mehrere kleine Gefässe aus der hinteren Extremität ein. Nachdem die Cardinalvenen sich wieder mehr ventralwärts begeben haben, liegen sie in ihrem ganzen cranialen Theil dem dorsalen Urnierengebiet an, vielleicht schon in demselben. Hört das Urnierengewebe cranial auf, so liegen sie in der sich immer noch in das Coelom vorwölbenden Verlängerung der Urnierenfalte, bis sie nahe dem oberen Ende der Pleuro-Pericardialhöhle durch Zusammenfluss mit den Jugularvenen die Ductus Cuvieri bilden. Vor ihrer Einmündung in die Ductus nehmen sie jedoch noch die Venae subclaviae auf.

Die Ductus Cuvieri zeigen beiderseits ein verschiedenes Verhalten. Während der rechte eine kurze, starke, ventrale Vorwölbung im Herzbeutel bei seinem Uebergang aus der Leibeswand in den Sinus hervorruft und dann in dem weiten Lumen des rechten Sinushornes aufgeht (Taf. VI, Figg. 3 und 7 *RDC*), bedingt der linke eine lange, gestreckt verlaufende Falte des parietalen Pericardial-Pleuralblattes (Taf. VI, Figg. 3 und 7 *LDC*). Bald steht er nur noch durch eine dünne, mesenteriumähnliche Lamelle mit der Leibeswand in Verbindung (Fig. 2 *MPPC* und Taf. VI, Figg. 3 und 7 *MPPC*), welche sich in das Mesocard fortsetzt, wenn der Ductus in den horizontalen Theil des Sinushufeisens übergeht. Eingehender werden diese Verhältnisse in dem Abschnitte über das Coelom besprochen werden.

Die Venae umbilicales treten unter den Arterien durch den Bauchstiel als ein Gefäss, kreuzen nach ihrer Theilung jederseits die Arterien, wobei sie lateral von denselben liegen (Figg. 10 und 11 *AU* und *UV*) und gehen der Krümmung des Embryo entsprechend im Bogen in der seitlichen Leibeswand cranialwärts; dabei verursachen sie im caudalen Theil eine seichte Vorwölbung im Coelom und eine starke des Ectoderms. Die rechte Vene löst sich fast ganz in den Bauchdecken auf. Ein feines Endgefäss verläuft als Rudiment der ursprünglichen Umbilicalvenenbahn noch eine Strecke weit cranialwärts. Nur ein schwacher Ast betheiligt sich an der Blutversorgung der Leber.

Während dieser sich in der Leber gänzlich auflöst, lässt sich die linke Umbilicalvene durch die Leber verfolgen, bis sie mit den zu einem Stamm vereinigten Dottervenen unmittelbar über der Gallenblasenanlage zum Ductus Arantii zusammenfliesst (Fig. 3 *VUS* und *VOM* und Figg. 4 bis 6 *DA*).

Paarige Venae omphalo-entericae sind nicht mehr vorhanden, wir haben nur noch ein Gefäss. Dieses lässt sich von einer Stelle, welche etwas cranial von der noch kenntlichen Abgangsstelle des Ductus omphalo-entericus liegt, verfolgen. Wir finden es alsbald lateral vom Epithelialrohr

des Darmes. In der Höhe der dorsalen Pankreasanlage liegt das Gefäss (Fig. 9 *VOM*) dorsal, bei der Gallenblasenanlage rechts lateral zum Darm und vereinigt sich oberhalb derselben ventral vom Darm mit dem Stamm der linken Umbilicalvene zum Ductus Arantii (Fig. 3 *VOM*). Das Gefäss beschreibt also eine vollständige linksgewundene Spiraltour um den Darm.

Der mächtige Ductus Arantii liegt gerade vor der Leberinsertion des Mesenteriums. Der cranialste Theil, welcher das Blut in den Sinus führt, ist als proximaler Rest der rechten Dottervene aufzufassen (Taf. VI, Fig. 3 *VHD*). Als Ueberbleibsel der linken besteht ein kurzes selbstständiges Gefäss, welches Blut aus den Lebercapillaren sammelt und in das linke Sinushorn mündet. Eine ebenfalls aus der Leber kommende schwache Vene führt etwas rechts von der Mittellinie in den unteren Bogen des Sinushornes.

Coelom.

Die drei später getrennten grossen Körperhöhlen, die pleurale, pericardiale und peritoneale, stehen bei unserem Embryo noch mit einander in Communication, doch sind die Anlagen für die Auftheilung bereits vorhanden. Der Embryo stellt in dieser Beziehung eine sehr erwünschte Verbindung zwischen den beiden von Svaen (1896 bis 1897) beschriebenen Embryonen von 3·8^{mm} und 10^{mm} Länge her. Bekanntlich geht die Scheidung der Pleural- von der Pericardialhöhle in der Weise vor sich, dass die Cuvier'schen Gänge nahe der Mittellinie mit der dorsalen Vorhofswand verwachsen, ohne den Zusammenhang mit der lateralen Leibeswand zu verlieren. Die Pleuralhöhle wird von der peritonealen durch zwei herabwachsende Membranen getrennt, welche sich caudal von den Lungenenden medial und ventral mit dem Mesenterium verbinden. An diesem ist bereits lange bevor die Verwachsung stattfindet durch Gewebswucherung ein Pleuralhöhlenboden angelegt.

Ich werde nun bei meiner Beschreibung so vorgehen, dass ich zunächst untersuche, wie weit die Abscheidung der Pericardial- von der Pleuralhöhle vorgeschritten ist; dabei werde ich hauptsächlich von dem Verhalten der Cuvier'schen Gänge zu berichten haben. Daran schliesse ich einige Angaben über die Formverhältnisse der Pericardialhöhle an. Bei der Besprechung der Scheidewandsbildung zwischen Pleural- und Peritonealhöhle werde ich mich zuerst mit den dorsalen und ventralen Zwerchfellanlagen, welche nach Uskow als Pfeiler, nach Hochstetter als caudale Begrenzungsfalten der Pleurahöhle bezeichnet werden, und dann mit dem Verhalten des Mesenteriums zu beschäftigen haben. Endlich bleibt noch einiges über die caudale Partie der Coelomhöhle zu berichten übrig.

Die Cuvier'schen Gänge.

Die Cuvier'schen Gänge dringen in dorso-ventraler Richtung etwas unterhalb der cranialen Coelomkuppe aus dem Winkel, welchen die dorsale mit der lateralen Coelomwand bildet, in die Körperhöhle vor (Taf. VII, Figg. 10 und 8 *RDC* und *LDC*) und liegen dann, indem sie caudalwärts sogleich scharf umbiegen, in den cranialen Verlängerungen der seitlichen Partieen des Septum transversum (Taf. VI, Fig. 7). Ihre caudale und weiterhin dorsale Oberfläche bildet mit der lateralen und dorsalen Coelomwand eine flache Tasche. Da sie etwas medio-ventral in ihrem cranio-caudalen Verlauf einspringen, engen sie die Communication zwischen Pleural- und Pericardialhöhle bereits ein (Taf. VI, Fig. 7). Während der rechte Ductus Cuvieri in seiner ganzen Breite bis zur Einmündungsstelle der Vena hepatica dextra und Ductus Arantii anfangs an der lateralen Körperwand, dann an der ventralen Oberfläche des Septum transversum anhaftet und hier seine Insertion in die des Mesocards übergehen lässt (Taf. VI, Fig. 7 *RDC*), ist die Verbindung des linken mit der lateralen Körperwand membranartig ausgezogen, doch geht auch diese Membran (Membrana pleuro-pericardialis, Brachet 1897, (Fig. 2 *MPPC* und Taf. VI, Fig. 7 *MPPC*) caudal continuirlich in das Mesocard über (Taf. VI, Fig. 7 *MC*). Letzteres verbindet also die beiden Septalinsertionen der Ductus. In der Mitte stellt es durch einen cranial vorspringenden Insertionswinkel die Verbindung des Herzens mit der Lunge her (Taf. VI, Figg. 3 und 7 *LG*). Hier tritt die Lungenvene zum linken Vorhof durch.

So ist also nur an der medialen Seite der Ductus Cuvieri, und zwar in ihrem dorso-ventralen Verlauf cranialwärts, in ihrem cranio-caudalen dagegen ventral ein Zugang zum vorderen Theil der Pericardialhöhle von dem zwischen beiden Ductus, dorsaler Vorhofswand und ventraler Lungenoberfläche gelegenen, gemeinsamen Pleuro-Pericardialraum aus vorhanden und auch hier nur beschränkt. Denn der rechte Cuvier'sche Gang ist von der Umbiegungsstelle der dorso-ventralen in die cranio-caudale Richtung an mit der dorsalen Vorhofswand verwachsen (Taf. VI, Fig. 3 *RDC*) und lässt nur cranial einen Durchgang zur oberen Herzbeutelpartie frei (Taf. VI, Figg. 3 und 7 *RDC*). Der linke gewinnt den Anschluss an die dorsale Herzwand auf seinem cranio-caudalen Verlauf nicht (Taf. VI, Fig. 3 *LDC*), sondern erst mit seinem Uebergang in den horizontalen Theil des Sinushufeisens; er lässt also einen beträchtlichen ventral durchgängigen Schlitz zwischen sich und dorsaler Vorhofswand offen.

Was die craniale Communication der Höhlen bei der dorso-ventralen Verlaufsstrecke der Ductus betrifft, so gestaltet sich diese so, dass hier die dorsale Coelomwand, welche die später zu beschreibenden Urnierenfalten

und die dorsalen Pfeiler enthält, auf die kurze caudale Fläche des Ductus Cuvieri und von hier auf die dorsale Oberfläche der seitlichen Septalpartieen (Taf. VII, Fig. 9 und 10 *DP*, *UNF*, *MPP*) in caudal-concavem Bogen übergeht; dann geht also cranial von dieser Umbiegungsstelle die laterale Wand der Lunge und das Mesenterium dorsale in die laterale, die Ductus enthaltende Coelomwand, unter Bildung eines engen Spaltes über. Beide Wände bilden an der Stelle ihrer Umbiegung in einander die „Pleuralrinne“ (Brachet 1897, Taf. VII, Fig. 9 *PLR*), welche cranialwärts oberhalb des Ductuseintrittes sich verbreiternd in der oberen Decke des Coeloms flach verläuft.

Die Pericardialhöhle.

Die obere Wand zeigt folgende Formverhältnisse. Median tritt der Truncus arteriosus (Taf. VI, Fig. 2 *TA*) durch und dorsal als dicker, cylindrischer Strang die Trachea und der Oesophagus (Taf. VI, Fig. 7 *TLA*) mit umgebendem Bindegewebe. Der Truncus ist ventral an der Herzbeuteldecke durch eine kurze, caudal vorspringende Leiste mit der ventralen Körperwand, dorsal durch eine eben solche, aber breitere, mit der Trachea- und Oesophagusanlage verbunden. Von der letztbeschriebenen Leiste zieht beiderseits wiederum ein flacher Vorsprung lateral und etwas ventralwärts zur lateralen Herzbeutelwand. Der ventrale Theil des so gebildeten Leistenkreuzes lässt also den Truncus durchtreten, der dorsale geht auf die Trachea-Oesophagus-Anlage über und in den vier Winkeln desselben liegt je ein cranial ausgebuchteter Zipfel des Herzbeutels. Die beiden hinteren erstrecken sich auch weiter dorsal zwischen laterale Coelomwand und den Trachea-Oesophagus-Strang und gehen caudal in die Falten über, welche das dorsale Lungengekröse mit den lateralen Körperwänden bildet, und welche alsbald durch die eintretenden Ductus Cuvieri zu engen Spalten zusammengedrückt werden: Dieses sind wiederum die bereits von unten cranialwärts verfolgten und beschriebenen „Pleuralrinnen“.

Die ventralen und die lateralen Wände des Herzbeutels sind glatt und liegen dem Herzen dicht an. Die dorsale Wand wird von dem schräg caudo-cranial und ventro-dorsal ausgespannten Septum transversum gebildet, auf dem das Mesocard in der oben beschriebenen Weise inserirt (Taf. VI, Fig. 7 *DHW*).

Die caudalen Begrenzungsfalten der Pleurahöhle oder die dorsalen und ventralen Pfeiler.

Der craniale Theil der dorsalen Coelomwand ist an jeder Seite der Mesenterialinsertion in je zwei Längswülsten vorgebauscht, von denen die lateralen als die Fortsetzungen der Urnierenfalten erscheinen und hier die

Vena cardinalis enthalten (Fig. 2 *UNF* und Taf. VII, Figg. 9 u. 10 *UNF*), während die medialen die dorsalen „Pfeiler" nach Uskow oder die „caudalen Begrenzungsfalten der Pleurahöhle" nach Hochstetter sind (Figg. 2 u. 6 *DP* und Taf. VII, Figg. 9 u. 10 *DP*). Diese verstreichen caudal an der medialen Mesenterialwand. Dabei hat der linke (Taf. VII, Fig. 10 *DP*) ungefähr die dreifache Länge des rechten und reicht bis zum Niveau des caudalen rechten Lungenendes herab. Zwischen den dorsalen Pfeilern und dem Mesenterium liegt die „Pleuralrinne" (Taf. VII, Fig. 9 *PLR*), über die ich bereits berichtet habe. Auf das Verhalten der dorsalen Pfeiler weiter cranial komme ich zu sprechen, nachdem ich das der ventralen Pfeiler beschrieben haben werde.

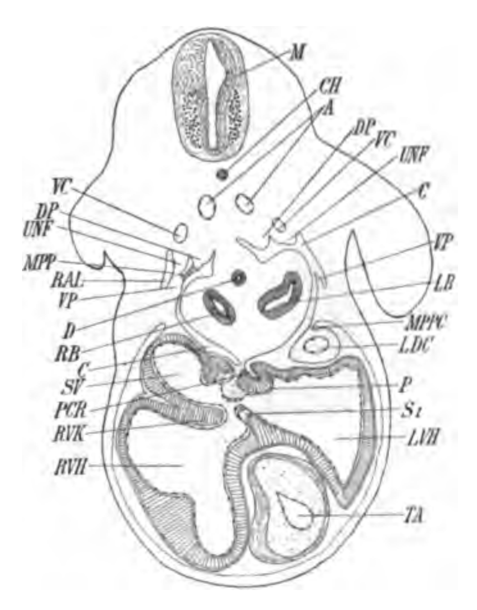


Fig. 2.

Schnitt durch die Mitte der Lungen.

Rechts ist die Membrana pleuro-peritonealis *MPP* getroffen. *RAL* Recessus anterolateralis. *DP* dorsaler, *VP* ventraler Pfeiler. *MPPC* Membrana pleuro-pericardialis. Im linken Vorhof ist der Processus *P* im Schnitt, dem der Pericardialrecessus *PCR* entspricht. Die übrigen Bezeichnungen sind hinten in der Erklärung der Abkürzungen nachzusehen.

Die dorsale Wand der Leber und das Septum transversum stellt im Ganzen eine frontal gestellte, dorsalwärts concave Bogenfläche dar, in deren Auswölbung cranial die Lungenanlagen und der Oesophagus, weiter caudal Magen und Darm mit ihren Mesenterien eingelassen sind (Taf. VII, Fig. 8). Mit der lateralen Fläche der Leber bildet die dorsale eine spitzwinklig dorsalwärts vorspringende Kante (Taf. VII, Fig. 8 *DLK*). Diese setzt sich cranial auf das Septum transversum fort und weiterhin sitzt sie auch, jetzt als ventraler Pfeiler bezeichnet, der dorsalen Wand der seitlichen verlängerten Fortsätze des Septum auf, welche die Ductus Cuvieri enthalten. Hochstetter bezeichnet diese Kante als „ventral übergreifenden Theil der caudalen Begrenzungsfalte der Pleurahöhle"; mag diese Benennung auch nach den vergleichend-anatomischen Untersuchungen dieses Autors ihre Berechtigung haben, so trage ich doch Bedenken, dieselbe auch für die Säugethierembryonen, speciell den Menschen anzunehmen: sie erweckt leicht die Vorstellung, als wachse der Pfeilerwulst von der dorsalen Coelomwand

auf die dorsale Leber- und Septumoberfläche über, während doch, wie der Befund bei dem vorliegenden Embryo auf der linken Seite lehrt, dorsaler und ventraler Pfeiler selbstständig angelegt werden und erst später cranial in einander übergehen. Ich möchte deshalb bei meiner Beschreibung bei der alten Bezeichnung von Uskow bleiben.

In den cranio-lateralwärts eingezogenen flachen Taschen, welche die Gänge bei ihrem dorso-ventralen Eintritt in das Coelom mit der lateralen

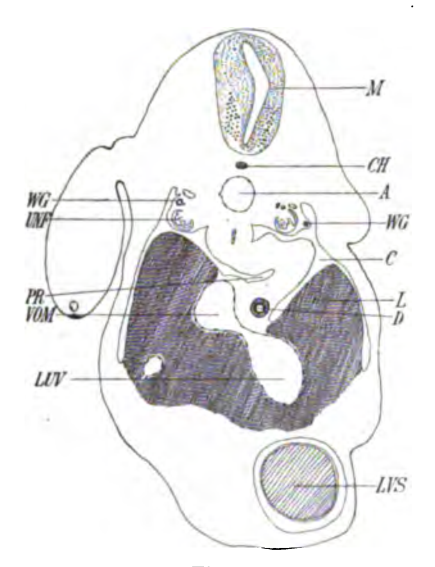


Fig. 3.
Peritonealrecessus.
Das Mesenterium ist fragezeichenartig gekrümmt. *PR* Recessuseingang.

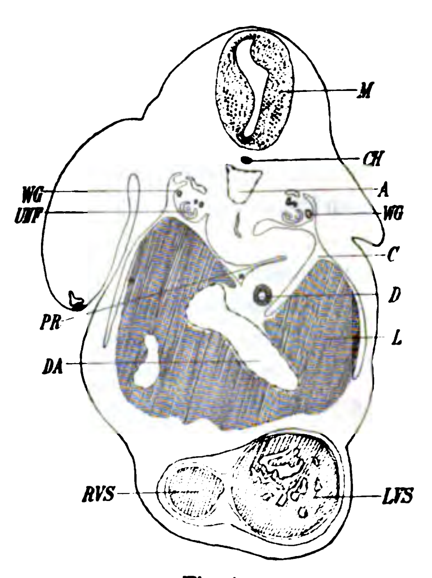


Fig. 4.
Peritonealrecessus.
7 Schnitte weiter cranial als Fig. 3. Das den Darm umgebende Gewebe hat zugenommen. Bei * Anfang zu dorso-ventraler Einstellung des Recessusquerschnittes *PR*.

und dorsalen Körperwand bilden, geht der rechte ventrale in der Weise in den dorsalen Pfeiler und in die Urnierenfalte über, dass er der Tasche auch eine mediale Wand giebt und sie so zu einem ganz kurzen Recessus gestaltet, der also, um es noch einmal zu wiederholen, lateral und dorsal von der Körperwand, cranial vom Ductus Cuvieri, medial von dem Uebergang des ventralen in den dorsalen Pfeiler und ventral von dem cranial verlängerten Seitentheil des Septum transversum gebildet wird (Recessus antero-lateralis, Brachet) (Fig. 2 *RAL* u. Taf. VII, Figg. 9 u. 10 *RAL*). Rechts ist also der Anfang zur Bildung der Pleuro-Peritoneal-Membran gemacht (Fig. 2 *MPP* und Taf. VII, Figg. 9 u. 10).

Links gehen dorsaler und ventraler Pfeiler noch nicht in einander über (Taf. VII, Fig. 9 *VP* und *DP*), sondern verlaufen flach in der Ductustasche, welche dem rechtsseitigen Recessus entspricht. Medial ziehen die Pleuralrinnen an Recessus, bezw. Tasche vorbei zur Herzbeuteldecke (Taf. VII, Fig. 9 *PLR*).

Das Mesenterium bis zum Ende seiner ventralen Insertion.

Es folgt nunmehr die Beschreibung der Theile, welche in der Concavität der dorsalen Leber- und Septum transversum-Oberfläche enthalten sind, so weit sie auf die Formverhältnisse der Leibeshöhle von Einfluss sind. Aus der cranialen Coelomdecke senkt sich die Oesophagus-Trachea-Anlage von Bindegewebe umgeben als cylindrischer Strang ein; dorsal ist er durch sein Mesenterium fixirt. Er verbreitert sich alsbald und wächst lateral zu den beiden Lungenanlagen aus. Diese liegen, wie aus dem Obenstehenden hervorgeht, ventral der dorsalen Vorhofswand, lateral den Ductus Cuvieri und der lateralen Körperwand, und dorsal der hinteren Coelomwand an. Bald bekommen sie ein ventrales Mesenterium, welches sie Anfangs mit dem Herzen, dann mit dem medialen Theil des Septum transversum verbindet (Taf. VI, Fig. 7 *LG*). Die rechte Lunge ist um $^1/_3$ länger, als die linke, doch finden sich bei keiner Andeutungen von Lappenbildung (Taf. VI, Fig. 7 und Taf. VII, Fig. 8 *RL* u. *LL*).

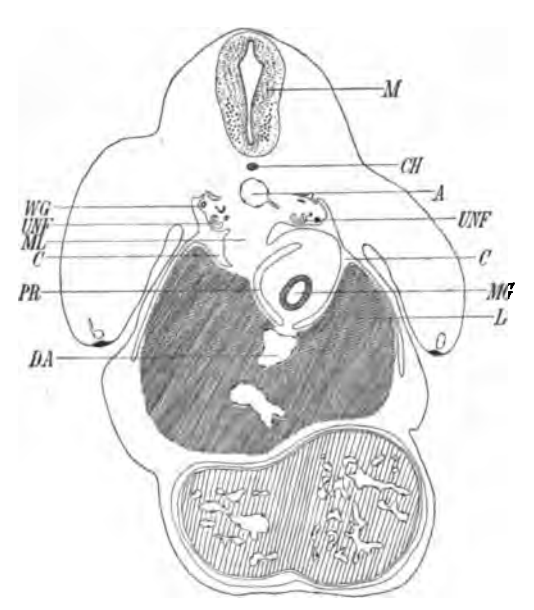


Fig. 5.

Peritonealrecessus.

25 Schnitte weiter cranial als Fig. 4. Allseitig geschlossenes, dorso-ventral gestelltes Lumen *PR*. Hauptmesenterium durch dünne Brücke dorsal angeheftet. *ML* Meso-lateral.

Weiter caudal ist die Gestaltung des Coeloms, speciell des Mesenteriums, wesentlich durch den bekannten caudo-cranialen Peritonealrecessus beeinflusst, welcher rechts in der Höhe des caudalen Leberendes seinen Eingang

hat und sich bis zur Höhe des caudalen linken Lungenendes erstreckt. Er beginnt damit, dass das Mesenterium sich zu einer nach links gebauschten Falte zusammenlegt (Fig. 3 und Taf. VII, Fig. 8 *MS*). Der Spaltraum zwischen den Faltenblättern erstreckt sich also von rechts nach links (Fig. 3 *PR*). Das ganze Mesenterium zeigt hier auf Querschnitten die Form eines Fragezeichens: nach rechts ist die dorsale, nach links die ventrale Convexität desselben gekehrt. Weiter cranial geht der lateralste Theil der rechten, dorsalen Convexität eine breite Verbindung mit der gegenüberliegenden Leberoberfläche ein (Fig. 5 *ML*): auf diese Weise kommt das Meso-latéral (Brachet 1897) zu Stande und der Querschnitt des Recessus zeigt jetzt ein allseitig geschlossenes Lumen (Figg. 5 u. 6 *PR*). Zugleich aber erweitert sich der Darm (Fig. 5 *MG*) und das ihn umgebende Bindegewebe nimmt sehr stark zu: es drängt dorsalwärts, hauptsächlich aber nach den Seiten. Daraus resultirt, dass der Peritonealrecessus ein im Schnitt nach links concaves, spaltförmiges Lumen bekommt und ferner sieht man, dass die linke Convexität des noch immer fragezeichenförmig gefalteten Hauptmesenteriums mehr dorsalwärts ausgebuchtet wird und dass seine Verbindung zur dorsalen Insertionsstelle als ziemlich dünne Membran nach links zieht (Fig. 5), während sich fast die ganze Breite des dorsalen Ansatzes auf das Mesolateral (Brachet) fortsetzt. Auch ist ersichtlich, dass die Falte, welche die dorsale Leberwand mit der lateralen Mesenterialwand bildet, sehr wenig tief auf der rechten Seite einschneidet, links dagegen viel mehr.

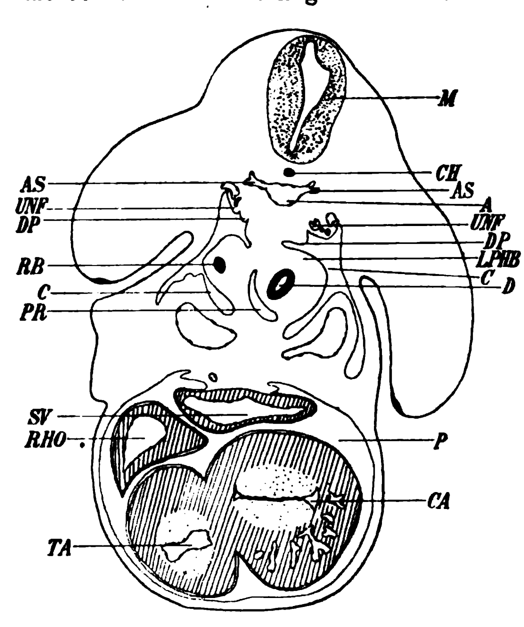


Fig. 6.
Peritonealrecessus.
50 Schnitte weiter cranial als Fig. 5. Recessus *PR* ventral zurückgezogen. Rechts ist die Lunge (rechter Bronchus *BR*) angeschnitten, links der für die Bildung des Pleuralhöhlenbodens bestimmte dorsale Mesenterialwulst *LPHB*. *AS* Abgang der Arteria subclavia.

Weiter cranial tritt in dieser Falte auf der rechten Seite eine nach oben breiter und tiefer werdende Bindegewebswucherung auf; sie geht aus

der lateralen Mesenterialwand und hauptsächlich aus der dorsalen Leberwand hervor, nimmt ein dreieckiges Gebiet ein, dessen Basis cranial liegt, und endigt mit einem scharfen Absatz unterhalb der rechten Lungenanlage. Die craniale Fläche stellt die Anlage des rechten Pleuralhöhlenbodens nach Brachet vor (Fig. 7 *RPHB* und Taf. VII, Fig. 8). Links entsteht dieser aus der dorso-lateral vorspringenden Convexität des Mesenteriums (Fig. 6 *LPHB* und Taf. VII, Fig. 8 *LPHB*), doch ist hier der Boden nicht so scharf abgesetzt wie rechts. Denn wenn auch der Recessus eine mehr ventrale Lage im Mesenterium annimmt (Fig. 7 *PR*), wenn er auch an Weite beträchtlich abnimmt und dadurch die erwähnte membranöse, dorsale Verbindung des Mesenteriums zu einer dorsolateral gewulsteten Gewebsmasse wird, so verstreicht diese doch unterhalb der linken Lunge medialwärts ziemlich allmählich unter Bildung eines weniger als rechts markirten Absatzes; doch ist immerhin auf diese Weise ein linksseitiger Pleuralhöhlenboden deutlich angelegt.

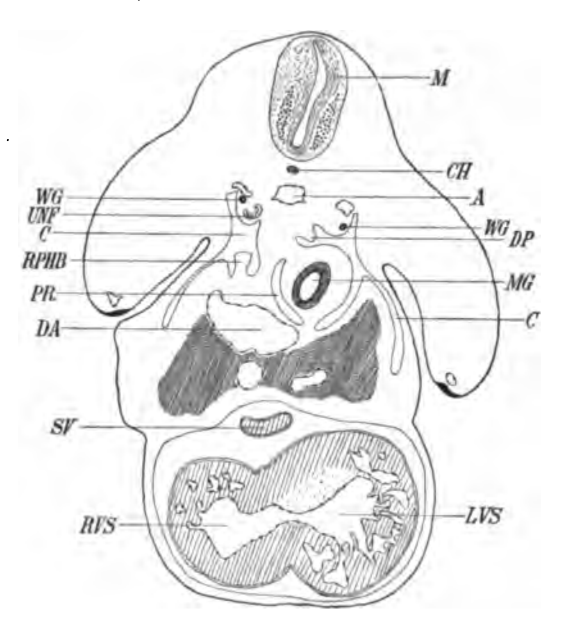


Fig. 7.
Gewebswucherung aus der dorsalen Leberoberfläche zur Bildung des rechten Pleuralhöhlenbodens *RPHB*.

Die Leber und das ventrale Mesenterium.

Mit ihren lateralen Flächen liegt die Leber der lateralen Coelomwand dicht an. Ventral ist sie in ihrer ganzen Breite mit der dorsalen Oberfläche des Septum transversum und mit einem Theil der ventralen Leibeswand verwachsen. Unterhalb des Herzens ziehen sich die Bauchdecken (Taf. VII, Fig. 8 *VLW*) dorsalwärts ein unter starker Verengerung des Coeloms. Hier hört der Zusammenhang der Leber mit der Leibeswand auf und sie liegt jetzt frei mit einem Theil ihrer caudalen Fläche auf dem von der eingezogenen ventralen Leibeswand gebildeten Unterboden. Das ventrale Mesenterium verschmälert sich zu einem dorso-ventral aus-

gespannten dünnen Bande und hört cranial vom Durchtritt des Bauchstielcoeloms auf.

Macht man sich noch einmal dessen ganzen Insertionsverlauf klar, so zeigt sich zunächst, dass die Rinnen, welche es caudal mit der ventralen Leibeswand bildet, nahe der Mittellinie beiderseits nur ganz wenig divergirend cranialwärts verlaufen; schaltet sich die Leber zwischen ventraler Insertion und Darm ein, so nehmen die Rinnen plötzlich einen lateral- und ganz wenig ventralwärts gerichteten Verlauf und biegen dann wieder cranial ein. Jetzt werden sie von der lateralen Leber- und Körperwand gebildet und die ventrale Insertion des Mesenteriums ist so breit, wie die ganze Leber. Cranial endet es als Herz-Lungengekröse.

Aus der ventralen Körperwand stülpt sich das Coelom in den Bauchstiel aus; es liegt in demselben oberhalb der Arterien.

In den Winkeln, welche die ventrale mit den lateralen Körperwänden unterhalb der Leber bildet, ziehen zwei starke, caudal flacher werdende Wülste abwärts, welche die Venae umbilicales enthalten und weiterhin als dem Embryo ähnlich gekrümmte Erhebungen bis zum Uebergang in den Bauchstiel zu verfolgen sind.

Die dorsale Wand und das caudale Ende des Coeloms.

In der Mitte der dorsalen Coelomwand inserirt ziemlich breit das dorsale Mesenterium; zu beiden Seiten verlaufen, beim cranialen Anfang nur die Cardinalvenen enthaltend, die Urnierenfalten (Taf. VII, Fig. 10 *UNF*). Sie haben an den Stellen der besten Ausbildung eine von medial nach dorso-lateral verlaufende Basis und springen ventro-lateral als Wülste vor, welche etwas schematisirt als vierkantigen Querschnittes bezeichnet werden können. Am besten sind sie etwa in der Höhe des caudalen Leberendes ausgebildet. Caudal verlaufen sie flach, indem ihre Höhe stetig abnimmt.

Das dorsale Mesenterium springt gegenüber der Stelle stärker ventralwärts vor, wo aus der ventralen Leibeswand das Coelom in den Bauchstiel tritt, der Stelle des physiologischen Nabelbruches. Hier ist auch am Darm die Stelle zu finden, wo normaler Weise der Stiel des Dotterbläschens abgehen müsste. Weiter caudal macht der Darm den ersten Anfang zur Schlingenbildung; das Mesenterium weicht hier von seiner sonst gestreckt cranio-caudalen Richtung ein wenig nach links geschlängelt ab (Taf. VII, Fig. 10 *MSS*). Cranial von der Cloake bildet der Darm mit dem ihn umgebenden Bindegewebe nur noch eine wulstförmige Erhebung. An beiden Seiten ist der Beginn paariger, unterer Coelomzipfelbildung zu constatiren, aber nur auf zwei Schnitten (Fig. 10 *C*).

Zusammenfassung: 1. Die später von einander geschiedenen Körperhöhlen stehen noch mit einander in Communication. 2. Der rechte Ductus Cuvieri ist ventral mit der dorsalen Vorhofswand, dorsal mit dem Septum transversum verwachsen, der linke nur mit dem Septum. 3. Links ist zwischen Ductus und Septum eine Membrana pleuro-pericardialis gebildet. 4. Rechts gehen dorsaler und ventraler Pfeiler unter Bildung eines Recessus antero-lateralis in einander über, links noch nicht. 5. Die rechte Lunge ist länger als die linke, eine Lappung der Lungenanlagen ist nicht vorhanden. 6. Rechts ist ein deutlicher Pleuralhöhlenboden gebildet, links ebenfalls, doch weniger scharf abgesetzt. 7. Der Darm macht caudal von der Leber den Anfang zur Schlingenbildung und dementsprechend ist das Mesenterium gestaltet.

Kiemendarm und Lungen.

Der Kiemendarm hat einen breiten, frontal gestellten, spaltförmigen Eingang, der dorsal vom Stirnfortsatz, lateral vom Ober- und Unterkieferfortsatz und ventral von letzterem allein eingefasst ist. Die dorsale und die ventrale Wand der Höhle stellen jede eine beträchtliche Fläche dar, während die lateralen sehr niedrig sind. In der Tiefe biegt der Mundraum über den später zu beschreibenden Zungengrundwülsten (His) scharf in ventral offenem Winkel ab und geht in den Oesophagus einerseits, Kehlkopf und Trachea andererseits über. Die seitlichen Wände convergiren in der Tiefe nach der Mittellinie zu; dabei werden die dorsale und ventrale natürlich immer schmäler und der ganze Mundraum zeigt vom Eingang bis zur Theilung in Trachea und Oesophagus ein stetig an Weite abnehmendes Lumen.

So viel zur allgemeinen Orientirung. Bei der weiteren Beschreibung werde ich nach dem Vorschlage von His die Raumbegriffe so anwenden, als ob der Embryo nicht eine gekrümmte, sondern eine gestreckte Haltung hätte. Wir sprechen dann also von einer breiten dorsalen und ventralen Wand des Mundraumes; von letzterer dringen ventralwärts die entodermalen Kiementaschen ein und diese haben im Allgemeinen eine craniale und eine caudale Fläche u. s. w.

Die dorsale Wand des Kiemendarmes (Taf. VI, Fig. 11) ist glatt, abgesehen von einer flachen Vertiefung jederseits, welche mit den Kiementaschen besprochen werden wird, und der Hypophysenanlage. Letztere besteht in einer sichelförmigen dorsalen Einstülpung des Epithels. In die craniale Concavität der Sichel wölbt sich ein Wulst ein. In diesem Wulste liegt der Gehirntheil, den His den embryonalen Trichter oder den Trichterfortsatz nennt. Jedoch macht His selbst ausdrücklich darauf aufmerksam, dass dieser

Trichterfortsatz mehr umfasst, als das definitive Infundibulum. Dieses entsteht nach His als besondere Hervortreibung an der hinteren Ecke des Trichterfortsatzes in verhältnissmässig sehr später Zeit.[1] Die von der cranialen durch einen spaltförmigen Hohlraum getrennte caudale Wand der Hypophyseneinstülpung trägt in der Tiefe einen ihrem Eingangsrand parallelen, niedrigen, cranial vorspringenden Kamm, welcher eine noch tiefer gelegene, bogenförmige Rinne gegen den ventralen Wandtheil abgrenzt. Von dieser geht jederseits von der Mittellinie ein kleiner Recessus caudalwärts ab.

Die ventrale Mundfläche kann man mit His (1880) in drei Zonen eintheilen, eine mittlere, welche als solide Leiste von den Zungengrundwülsten (Taf. VI, Fig. 12 *ZGW*) bis zu der zwischen beiden Unterkieferbögen zu findenden Furche (Taf. VI, Fig. 12) verläuft, und zweiseitliche, welche durch die einschneidenden Kiementaschen und gewulsteten Kiemenbogen stark zerklüftet erscheint. Diese Eintheilung dient zur allgemeinen Orientirung, doch muss, wir mir scheint, bei der speciellen Beschreibung von einer Zugrundelegung derselben abgesehen werden.

Ueberblickt man die ventrale Mundhöhlenwand, so fällt auf, dass die spaltförmigen Zugänge der Kiementaschen jeder Seite einen lateralwärts divergirenden Verlauf haben. Der zur I. Tasche zeigt einen lateral und ein wenig cranial eingestellten Zugang, der zur II. einen lateral, der zur 3. einen caudo-lateral und der zur IV. einen stark caudal und wenig lateral eingestellten. Die Ursache ist in dem Umstande zu suchen, dass die Kiemenbogen, und zwar immer der caudale in den nächsten cranialen, teleskopartig in einander geschoben sind.

Wenn man cranial anfangend im Einzelnen die Verhältnisse betrachtet, so ist hier zunächst zwischen den Unterkieferbögen (Taf. VI, Fig. 12 *KB* I) die erwähnte Furche zu finden. Die I. Kiementasche erscheint als ziemlich flache Aussparung der ventralen Wand. Sie wird lateral breiter, aber nicht tiefer und ist hier etwas caudalwärts ausgebuchtet; mit dieser Ausbuchtung steht sie zu der eben mehr caudal gelegenen äusseren Kiemenfurche in Beziehung, ist jedoch, wie es scheint, nicht durchgängig. Die letztbeschriebenen Verhältnisse sprechen dafür, dass auch der II. in den I. Kiemenbogen, wenn auch nur wenig, eingeschoben ist. Die Tasche greift dann etwas auf die dorsale Mundwand über und schliesst hier in Gestalt einer flachen, aber ziemlich umfangreichen Einbuchtung der dorsalen Mundwand ab (Taf. VI, Fig. 11).

Die II. Tasche zeigt insofern Aehnlichkeit mit der I., als auch ihr Eingang vorwiegend medio-lateral steht und nur mit seinem lateralen Ende

---

[1] Vgl. His, Die Formentwickelung des menschlichen Vorderhirns. *Abth. der math.-phys. Classe der kgl. sächs. Ges. der Wiss.* Bd. XV. Nr. 8. S. 681 Anm.

caudalwärts abbiegt, um mit der entsprechenden Ectodermfurche in Beziehung zu treten. Doch erstreckt sie sich im Unterschied zur I. beträchtlich ventral in die Tiefe. Von der äusseren Furche ist sie stets durch eine Epithelmembran geschieden. Nahe dieser membranösen Stelle befindet sich in der caudalen Wand ein kleiner Recessus. Zu erwähnen ist noch eine Furche, welche von der II. Kiemenfurche zur I. über den II. Kiemenbogen ganz lateral zieht (Taf. VI, Fig. 12 *KB* II), ein Umstand, welcher den Hyoidbogen zu einem cranial, caudal und lateral wohlumgrenzten Wulst auf der ventralen Mundwand macht.

Auf der medialen Leiste befindet sich zwischen I. und II. Schlundbogen das noch sehr kleine und undeutlich begrenzte Tuberculum impar der Zungenanlage (Taf. VI, Fig. 12 *TJ*).

Am caudalen Ende desselben zieht ein solider Epithelstrang in die Tiefe zur medianen Thyreoidea (Taf. VI, Fig. 12 *FC*, Foramen coecum). Diese ist zweilappig und liegt der eingebuchteten ventralen Wand des Truncus arteriosus eben vor seiner Auftheilung dicht an.

Caudal vom Tuberculum impar bildet der auch in der Mittellinie vorgewulstete II. Kiemenbogen eine Stufe, welche zu den wiederum weiter caudal folgenden Zungengrundwülsten führt (Taf. VI, Fig. 12 *ZGW*). Eine mediane Furche deutet bei diesem beträchtlich sich erhebenden Gebilde auf eine paarige Anlage hin. Auf seiner cranialen Fläche ist eine seichte medio-laterale Furche zu finden, welche sich auf den III. Kiemenbogen fortsetzt und hier deutlicher wird. Diese grenzt das zur Zungenanlage gegen das zu Epiglottis gehörige Gebiet des Wulstes bereits ab. Von seiner cranialen Partie zieht der III. Kiemenbogen (Taf. VI, Fig. 12 *KB* III) lateralwärts, von der mittleren der IV. (*KB* IV) caudo-lateral- und vom caudalen Ende die Arithaenoidfalten und Wülste (*AW*) caudalwärts, oder, wenn man mit der Krümmung des Embryo rechnet, dorsalwärts.

Die III. Kiementasche ist mit seinem spaltförmigen Zugang von medial nach caudo-lateral eingestellt und reicht ventral beträchtlich in die Tiefe; sie endet blindsackartig. Von der Ectodermtasche ist sie durch eine Epithelmembran getrennt, doch scheint sie beiderseits an einer Stelle durchgängig zu sein. Indess kann es sich hier, da das Ectoderm am Embryo nicht gut erhalten ist, sehr wohl um einen postmortal eingetretenen Durchbruch handeln. An der tiefst ventralen Stelle des Epithelschlauches ist Bindegewebe zwischen Ectoderm und Entodermtasche eingeschaltet (Fig. 8 *JKT* III).

Das Lumen der letzten Tasche zeigt beim Eingang einen eigenthümlich vierseitigen Querschnitt. Der caudale Winkel wird von Verdun (1898) für das Rudiment einer V. Kiementasche gehalten und soll, analog den suprapericardialen Recessus niederer Vertebraten, die lateralen Thyreoidanlagen liefern. Die Tasche senkt sich als epithelialer Schlauch sehr tief ein und

endet in zwei Zipfeln, von denen der dem caudalen Winkel entsprechende am tiefsten sich erstreckt (Fig. 8 *x*) und zwar bis eben cranial von den ventralen Herzbeutelecken. Denkt man sich den Embryo aufgerichtet, so würde dieser Recessus zunächst ventralwärts mit der Tasche sich in die Tiefe erstrecken, dann aber caudalwärts sich abzweigen. Bei der vorhandenen Krümmung bildet der Embryo selbst den Bogen und der Recessus kann in der Sehne als gestreckter Schlauch caudalwärts eingestellt sein. Der craniale Zipfel der Tasche ist kürzer und liefert nach Verdun eine Branchialdrüse. Auch diese Tasche ist von der entsprechenden ectodermalen Furche deutlich getrennt.

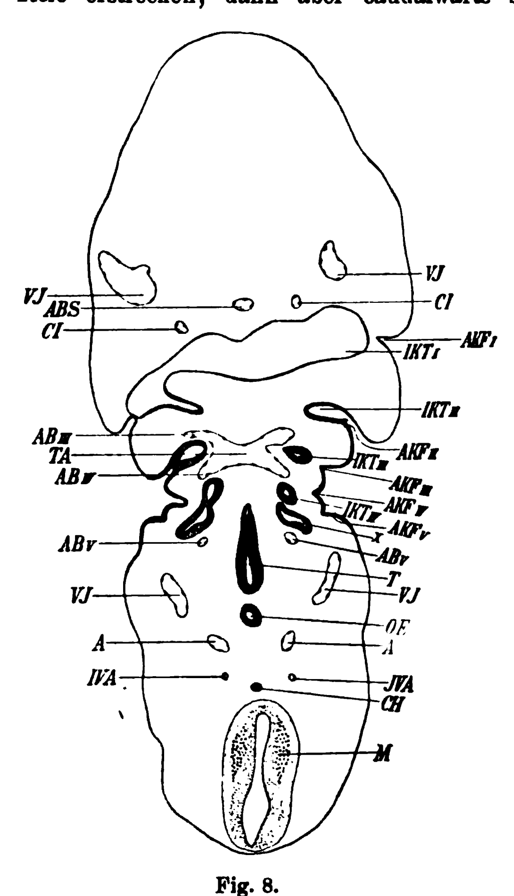


Fig. 8.

AKF I—V Aeussere Kiementaschen. *IKT* I—IV Innere Kiementaschen. *x* Dorso-caudaler Recessus der IV. inneren Kiementasche. *AB* Arterienbogen. *CI* Carotis interna. *ABS* Arteria basilaris.

Die Kehlkopfanlage besteht zunächst in der bereits beschriebenen Epiglottispartie der Zungengrundwülste (Taf. VI, Fig. 12 *ZGW*). Caudal von diesen befindet sich der spaltförmige Zugang zum Kehlkopf und zum Oesophagus. Von der IV. Kiementasche ist er getrennt durch die Arithaenoidwülste (*AW*), welche mit den Epiglottiswülsten durch die ariepiglottischen Falten verbunden sind (Kallius 1897). Bald scheidet sich der Oesophagus von der Trachea. Wo beide noch ein gemeinsames langes Lumen haben, befindet sich an demselben eine cranio-ventrale und eine cranio-dorsale Weite, in der Mitte eine Einschnürung. Nachdem die dorsale in das sogleich runde Oesophaguslumen übergegangen ist, behält der Kehlkopf noch eine Strecke den dorso-ventral spaltförmigen Hohlraum (Fig. 8 *T*), bald rückt aber die grösste Weite auf das dorsale Ende des Lumenquerschnittes und ventral sind die epithelialen Wände mit einander

verklebt bis zum Uebergang des länglichen in das runde Lumen der Trachea. Die ventrale Weite dürfte, wenn die Epithelverklebungen fortschreiten, zu dem von Kallius (1897) bei einem etwas älteren Stadium beobachteten trichterförmigen ventralen Theil des Kehlkopfeinganges werden, welcher eine Zeit lang blind caudal endet, später aber, wenn die Epithelverklebungen sich lösen, wieder durchgängig wird. Die ganze Kehlkopfanlage ist von einem auffallend dichten Zellgewebe umgeben.

Die Trachea entfernt sich wenig ventralwärts vom Oesophagus und theilt sich in die beiden Bronchen, welche ein caudalwärts stetig an Weite zunehmendes Lumen aufweisen. Sie wenden sich etwas dorsal, so dass sie ventro-lateral zum Oesophagus liegen. Der linke ist etwas weiter, aber wie die Gesammtanlage der Lunge kürzer als der rechte (Fig. 2 *LB*); beide haben ein im Querschnitt längliches Lumen, dessen grösster Durchmesser schräg von medio-ventral nach dorso-lateral zu ziehen wäre und sich links mehr der sagittalen Einstellung nähert als rechts.

Zusammenfassung: 1. Die Hypophysenanlage ist in Gestalt eines sichelförmigen Recessus in der dorsalen Mundwand zu finden. 2. Die Kiemenbögen sind teleskopartig in einander geschoben. 3. Die II. Kiementasche endet auf der dorsalen Mundwand mit einem flachen, aber ziemlich grossen Recessus. 4. Die III. Tasche zeigt eine kleine Ausbuchtung ihrer caudalen Wand. 5. Das Tuberculum impar der Zungenanlage ist sehr klein und nur undeutlich begrenzt. 6. Die zweilappige Thyreoidia mediana ist durch einen Epithelstrang mit dem caudalen Ende des Tuberculum impar verbunden (Foramen coecum). 7. Die Zungengrundwülste sind, worauf eine mediane Furche hinweist, paarig angelegt. 8. Die III. Kiementasche endet blindsackartig. Drüsengewebe ist noch nicht gebildet. 9. Die Bildung des Bronchialbaumes hat mit der Theilung der Trachea in die beiden Hauptbronchen begonnen.

Der Darm und seine Drüsen.

Der Oesophagus begiebt sich caudal vom linken Lungenende auf die linke Seite des Peritonealrecessus (Fig. 6) und erweitert sich zum Magen (Fig. 5 *MG*). Dieser erstreckt sich bis in das Niveau des caudalen Recessuseinganges, also bis zu einem etwas unterhalb der Lebermitte geführten Querschnitt und liegt ziemlich weit ventral im Mesenterium, nahe der Leberinsertion desselben. Auf die deutlich verengte Pylorusgegend folgt das wieder weitere Duodenum, welches die Ausführungsgänge der Leber- und Pankreasanlagen aufnimmt.

Eine gemeinsame Mündung haben ventrale Pankreasanlagen und Ductus choledochus (Taf. VII, Fig. 13 *PV*). Das ventrale Pankreas weist auf zwei Schnitten doppelte Lumina auf (Fig. 9 *PV*), ein Verhalten, welches

einen paarigen Ursprung andeuten könnte. Im Uebrigen ist es eine kleine rechts lateral und wenig ventral gelegene Epithelknospe.

Der Ductus choledochus (Taf. VII, Fig. 13 *DCH*) führt, winklig von dem mit dem ventralen Pankreas gemeinschaftlichen Mündungsstück abgebogen, als solide Epithelmasse ventral und unter einem Winkel von 45° zur Transversalebene cranialwärts. Von seiner caudalen Fläche biegt die ebenfalls solide Gallenblasenanlage (*GB*) gerade ventralwärts ab; die Fortsetzung des Choledochusstammes bildet der Ductus hepaticus (*DH*), welcher in das Leberparenchym ohne Grenze übergeht. Die Gallenblasenanlage (*GB*) dagegen ist vom Lebergewebe durch eine Bindegewebsschicht getrennt. In dem cranial offenen spitzen Winkel, welchen der Ductus choledochus mit dem Darm bildet, vereinigen sich Dottervenenstamm und linke Umbilicalvene zum Ductus venosus Arantii. Die Gefässe reiten gleichsam in dem von Darm und Choledochus gebildeten Sattel.

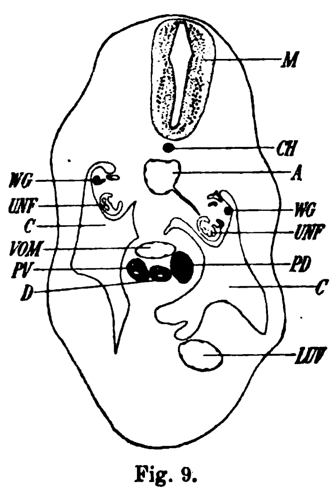


Fig. 9.
PV Ventrales Pankreas mit seinen beiden Lumina. *PD* Dorsales Pankreas. *D* Darm. *VOM* Vena omphalo-mesenterica.

Das dorsale Pankreas (*PD*) ist links gelegen und weist einen beträchtlich längeren hohlen Ausführungsgang auf, als der des ventralen ist. Er verläuft in cranial concavem Bogen und seine Einmündung in den Darm erfolgt im gleichen Niveau mit der des Ductus choledochus. Die Drüsenanlage aber erstreckt sich caudalwärts und liegt Anfangs dorsal und wenig links lateral, weiter caudal aber lateral zum Darm, ein Verhalten, welches mit dem spiraligen Verlauf der Dottervene in Zusammenhang steht. Es scheint nämlich, als sei die caudale Drüsenpartie lateral ausgewachsen, weil der dorsale Theil des Mesenteriums bereits von der Vene in Anspruch genommen war. Weiter cranial ist die Vene nach rechts lateral vom Darm getreten und hat den Platz für eine dorsale Wucherung der Pankreasanlage eingeräumt.

Zu erwähnen wäre an dieser Stelle, dass das Lebergewebe sich cranial bis in die Höhe des rechten Lungenendes im Septum transversum erstreckt, medial reicht es etwas weniger weit.

Der Darm liegt unterhalb der Leber ziemlich nahe der Mesenterialwurzel und zwar auf der rechten Seite, während links die Vena omphalomesenterica ihren Platz hat. Bei der ventralen Verlängerung des Gekröses in der Höhe des Coelomdurchtrittes durch den Bauchstiel bleibt er zunächst

dorsal, biegt dann aber winklig ventralwärts zum Darmnabel und behält weiter caudal eine Strecke weit seine Lage im ventralsten Theil des Mesenteriums bei. Dann zieht er sich in dessen Mitte zurück und wird unterhalb des Gebietes, wo er mit dem Mesenterium die erste Schlingenanlage bildet, auf einer kurzen Strecke beträchtlich weiter. Dieses ist wohl die Stelle der Coecumanlage. Wieder eng geworden mündet er dann median in den dorso-cranialen Theil der Cloake.

Zusammenfassung: 1. Ventrales Pankreas und Ductus choledochus münden mit gemeinsamem Endstück. 2. Zwei Lumina im ventralen Pankreas deuten vielleicht auf eine paarige Anlage. 3. Der Ductus choledochus entsteht durch Vereinigung des Ductus hepaticus und cysticus. 4. Ein dorsales Pankreas ist vorhanden. 5. Am Darm findet sich an der Stelle, welche wohl dem späteren Coecum entspricht, eine Erweiterung.

Urogenitalapparat und Cloake.

Wenn auch die Urnierenfalten sich cranial bis zu der Stelle erstrecken, wo die Ductus Cuvieri in das Coelom eintreten, so fängt doch Urnierengewebe mit Glomerulis und Wolff'schem Gange erst in der Höhe des linken caudalen Lungenendes an, in der Höhe der oberen Grenze des VI. Rumpfsomiten. Weiter cranial liegt die Vena cardinalis in der Falte, deren Peritonealbekleidung hier eine deutliche Verdickung des Epithels aufweist. An den Glomerulis fällt die ausserordentliche Grösse und die beträchtliche Höhe des Epithels auf. Der Wolff'sche Gang liegt stets in der dorso-lateralen Ecke des Urnierenquerschnittes und bekommt cranial von der Nierenknospe ein etwas erweitertes Lumen. Ueber die Nierenanlage berichte ich, nachdem die Cloake besprochen ist.

Diese zeigt Verhältnisse, wie sie in den Keibel'schen Modellen Nr. 3 u. 4 dargestellt sind. Cranialwärts geht aus ihrer ventralen Partie der Anfangs weite, dann cranio-caudal platte, aber in seitlicher Ausdehnung breite Allantoisgang ab (Taf. VII, Fig. 10 *ALG*). Er verläuft in caudalconcavem Bogen zum Bauchstiel und hat sehr bald nach seinem Austritt aus der Cloake ein rundes, enges Lumen.

In der cranio-dorsalen Partie münden in der Mitte der Darm (Taf. VII, Fig. 10 *D*), und zwar dieser unter Bildung eines spitzen Winkels mit dem austretenden Allantoisgang, an beiden Seiten die Wolff'schen Gänge (*WG*) in die Cloake. Von der Einmündungsstelle des Darmes und den Mündungen der Wolff'schen Gänge lassen sich ziemlich tiefe Rinnen in das Gebiet der Cloake hinab verfolgen. Zwischen der Darmrinne und denen der Wolff'schen Gänge befinden sich medio-ventral vorspringende Falten, welche cranial am stärksten sind und caudal verstreichen.

Das Cloakenlumen setzt sich caudal in den Schwanzdarm (Taf. VII, Fig. 10 *SD*) fort, welches bis in die Schwanzspitze zu verfolgen ist und sich hier mit Chorda und Medulla in einer gemeinsamen Zellmasse auflöst.

Betrachtet man ein Modell, welches die äussere Form der Cloake mit ihrer Epithelauskleidung wiedergiebt, so findet man, dass Darm und Allantois unter Bildung eines spitzwinkligen Sattels in die Cloake ein-, bezw. austreten (Taf. VII, Fig. 10). Auf der dorso-lateralen Wandung setzt sich

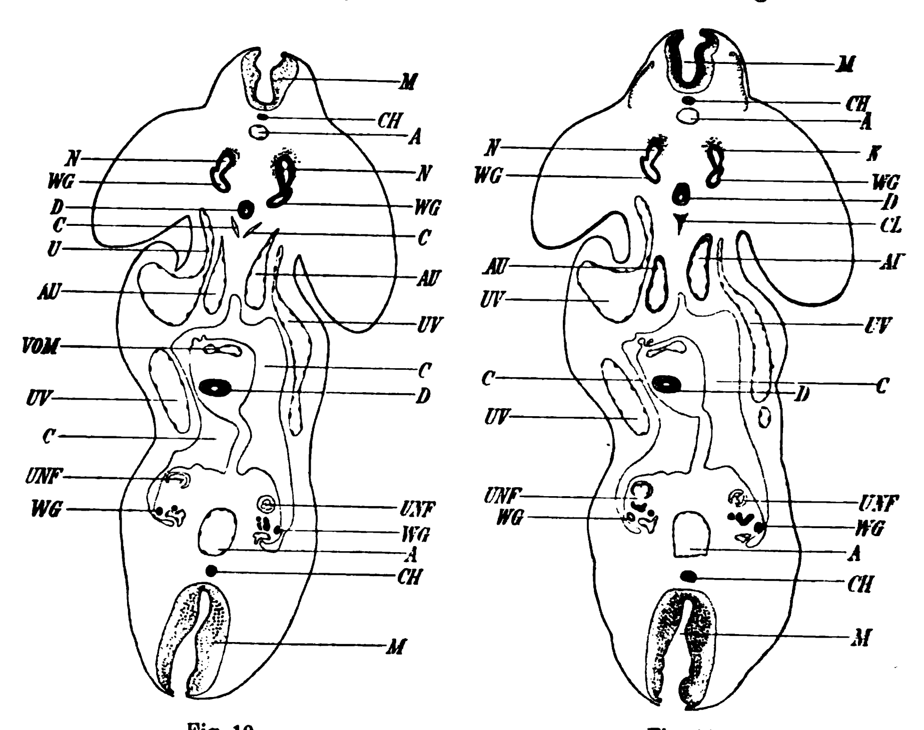


Fig. 10. Fig. 11.

N Nierenanlage, dorso-medial von *WG* Wolff'schem Gange. *Cl* Cloake. *C* in Fig. 10 paarige Coelomzipfel. Zwischen Schnitt 10 und 11 ist 15 μ Abstand.

beiderseits dieser Winkel als wohlmarkirte Furche zwischen Darm und Wolff'schen Gängen caudal fort. Sie entspricht den innen vorspringenden Falten.

Im Uebrigen erscheint die ganze Cloake als lateral abgeplatteter, caudal sich verjüngender Körper, dessen dorso-ventral länglicher Querschnitt sich in den runden des Schwanzdarmes fortsetzt. Ventral ist sie nach aussen in ihrem oberen Gebiet durch die epitheliale Cloakenmembran (*CLM*) abgeschlossen, welche in der Mitte breit ist und cranial und caudal spitz zuläuft. Weiter caudal ist auch Mesenchymgewebe zwischen Ectoderm- und Entodermepithel eingeschoben.

Die Nierenknospen stehen in einem etwas jüngeren Stadium als bei den Keibel'schen Modellen Nr. 3 und 4. Dass die Niere dorso-medial vom Wolff'schen Gange auswächst, ist deutlich aus den abgebildeten Querschnitten zu ersehen (Fig. 10 u. 11). Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass sie von einer Haube verdichteten Mesenchymgewebes umgeben ist.

Zusammenfassung: 1. Die Urniere hat grosse Glomeruli mit hohem Epithel. 2. Die Nierenknospen sind als dorso-mediale Ausstülpungen des Wolff'schen Ganges eben angelegt. 3. Die Anlagen zur Aufteilung der Cloake sind als medio-ventral zwischen der Einmündung des Darmes und denen der Wolff'schen Gänge vorspringende Falten vorhanden. 4. Die Cloake ist nach aussen durch die epitheliale Cloakenmembran abgeschlossen. 5. Der Schwanzdarm ist bis in die Schwanzspitze zu verfolgen.

Pathologisches.

Ich stelle zum Schluss noch einmal die Befunde zusammen, welche bei diesem Embryo als auf pathologischer Grundlage oder auf postmortalen Veränderungen beruhend zu betrachten sind: Das Gehirn und die Augenbläschen sind vielfach gefaltet und zum Theil in Zerfall begriffen; stellenweise sind sie kleinzellig infiltrirt. Letzteres ist auch bei den Riechgrübchen der Fall, deren Epithel durch Infiltrationen theilweise abgehoben ist. Beim Gefässsystem fiel die sehr geringe Menge Blutes auf, welches in Gefässen und Herz enthalten war, ferner die ausserordentliche Weite der Venen; das Letztere hat His bei mehreren anderen Embryonen ähnlichen Stadiums gefunden. Als letzter pathologischer Befund ist endlich das völlige Fehlen des Dotterbläschens, seines Stieles und seiner Gefässe zu nennen. Am Darme lässt sich freilich noch die Stelle erkennen, wo der Ductus omphalo-entericus ansetzte; auch kann man die Vena und Arteria omphalo-mesenterica bis zu der Stelle verfolgen, wo sie normaler Weise in den Stiel des Dotterbläschens eintreten müssten, doch ist im Bauchstiel selbst weder ein Rest des Ductus omphalo-entericus, noch seiner Gefässe oder seines Bindegewebes zu erkennen.

Es bleibt mir noch übrig, die angenehme Pflicht zu erfüllen, Hrn. Hofrath Prof. Dr. Wiedersheim meinen besten Dank auszusprechen für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir einen Arbeitsplatz im anatomischen Institut und alle Hilfsmittel desselben zur Verfügung stellte. Vor Allem aber gebührt mein Dank Hrn. Prof. Dr. Keibel für die Anregung zu dieser Arbeit, für das freundliche Interesse, mit welchem er das Werden derselben begleitete und besonders für die stets bereite und oft gewährte Hilfe, mit der er meine Studien förderte.

Litteraturverzeichniss.

1. G. Born, Ueber die Bildung der Klappen, Ostien und Scheidewände am Säugethierherzen. *Anatomischer Anzeiger*. 1888. III. Jahrgang.

2. Derselbe, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Säugethierherzens. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1889. Bd. XXXIII.

3. Bronha, Recherches sur le développement du foie, du pancréas, de la choison mésentérique et des cavités hépato-enteriques chez les oiseaux. *Journal de l'Anatomie et de Physiologie*. Herausgegeben von Duval. Paris 1898.

4. A. Brachet-Liège, Die Entwickelung der grossen Körperhöhlen und ihre Trennung von einander. (Pericardial-, Pleural-, Peritonealhöhle. Entwickelung der Pleuro-Peritonealmembran und des Zwerchfelles.) Aus dem Französischen in's Deutsche übertragen von A. Bickel. *Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte* von Fr. Merkel und R. Bonnet. 1897. Bd. VII.

5. W. Felix, Zur Leber- und Pankreasentwickelung. *Dies Archiv*. 1892. Anat. Abthlg.

6. H. Fol, Description d'un Embryon humain de cinq millimètres et six dixièmes. *Recueil zoologique Suisse*. 1884. T. I.

7. E. Gaupp, Ueber die Anlage der Hypophyse bei Sauriern. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1893. Bd. XLII.

8. Hamar-Upsala, Ueber einige Hauptzüge der ersten embryonalen Leberentwickelung. *Anatomischer Anzeiger*. 1897. Bd. XIII. Nr. 8 u. 9.

9. Derselbe, Einiges über die Duplicität der ventralen Pankreasanlage. *Ebenda*. 1897. Bd. XIII. Nr. 8 u. 9.

10. O. Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere*. V. Aufl. Jena 1896.

11. W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen*. Leipzig 1880—85.

12. Derselbe, Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Uebersichtliche Darstellung. *Dies Archiv*. 1888. Anat. Abthlg.

13. Derselbe, Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. Eine kritische Studie. *Ebenda*. 1888. Anat. Abthlg.

14. Derselbe, *Zur Geschichte des Gehirns, sowie der centralen und peripheren Nervenbahnen beim menschlichen Embryo*. Leipzig 1888. — *Abhandl. der mathem.-physik. Classe der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissensch*. Bd. XIV. Nr. 7.

15. F. Hochstetter, Ueber die Entwickelung der Extremitätenvenen bei den Amnioten. *Morphologisches Jahrbuch*. 1891. Bd. XVII.

16. Derselbe, Beiträge zur Entwickelung des Venensystems der Amnioten. III. Säuger. *Ebenda*. 1893. Bd. XX. Heft 4.

17. F. Hochstetter, Entwickelung des Venensystems der Wirbelthiere. *Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1893. Bd. III.

18. Derselbe, Ueber die Entwickelung der Abdominalvene bei Salamandra maculata. *Morphologisches Jahrbuch.* Leipzig 1894. Bd. XXI.

19. Derselbe, Zur Entwickelung der Venae spermaticae. *Anatomische Hefte* von Merkel und Bonnet. Wiesbaden 1897.

20. Derselbe, Bemerkungen zu Zumstein's Arbeit „Ueber die Entwickelung der Vena cava inferior bei dem Maulwurf und dem Kaninchen". *Ebenda.* 1898.

21. Derselbe, Entwickelung des Gefässsystemes. *Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte* von Merkel und Bonnet. Wiesbaden 1891. Bd. I.

22. Derselbe, Ueber partielle und totale Scheidewandbildung zwischen Pleurahöhle und Peritonealhöhle bei einigen Sauriern. *Morphologisches Jahrbuch.* Leipzig 1899. Bd. XXVII.

23. M. Holl, Beobachtungen über die Anastomose des Nervus hypoglossus. *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1876. Bd. II.

24. Kallius, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Kehlkopfes. *Anatomische Hefte* von Merkel und Bonnet. 1897.

25. F. Keibel, *Normentafeln zur Entwickelungsgeschichte d. Schweines.* Jena 1896.

26. Derselbe, Zur Entwickelungsgeschichte des menschlichen Urogenitalapparates. *Dies Archiv.* 1896. Anat. Abthlg.

27. Kollmann, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte.* Jena 1898.

28. F. Mall, Development of the internal mammary and deep epigastric arteries in man. *Johns Hopkins Hospital Bulletin.* 1898. Nr. 90—91.

29. Derselbe, Development of the ventral abdominal walls in man. *Journal of Morphology.* Boston 1898. Vol. XIV. Nr. 2.

30. Derselbe, A human embryo twenty-six days old. *Ebenda.* Boston 1891. Vol. V.

31. Derselbe, Development of the human coelom. *Ebenda.* Boston 1897. Vol. XII.

32. K. Reuter, Ueber die Entwickelung der Augenmusculatur beim Schweine. *Inaug.-Dissert.* Wiesbaden 1897.

33. A. Stoss, Untersuchungen über die Entwickelung der Verdauungsorgane, vorgenommen an Schafsembryonen. *Inaug.-Dissert.* Leipzig 1892.

34. Derselbe, Vergleichend anatomische Untersuchungen über die Entwickelung des Verdauungscanales der Wiederkäuer. *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin und vergleichende Pathologie.* 1889. Bd. XVI.

35. A. Svaen, Recherches sur le développement du foie, du tube digestif, de l'arrière cavité du péritoine et du mesentère. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques.* Publié par M. Duval. Paris 1896.

36. Derselbe, *Ebenda.* Fortsetzung. Paris 1897.

37. Tourneaux et Verdun, Sur les premiers développements de la Thyroide, du Thymus et des glandules parathyroidennes chez l'homme. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.* Publié par M. Duval. Paris 1897.

38. N. Uskow, Ueber die Entwickelung des Zwerchfells, des Pericardiums und des Coeloms. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1883. Bd. XXII.

39. G. Valenti, Sullo sviluppo dell' Ipofisi. *Monitore zoologico Italiano.* Firenze 1895. Anno VI. Fasc. 1.

40. Derselbe, *Sulla origine e sul significato della Ipofisi.* Perugia 1895.

41. Verdun, *Dérivés branchiaux chez les vertébrés supérieurs.* Toulouse 1898.

42. A. Weber, Observations sur les premières phases du développement de l'hypophyse chez les cheiroptères. *Bibliographie Anatomique.* Année 1898. Fasc. 3.

43. Zimmermann, Ueber die Kiemenarterienbogen des Menschen. *Verhandlungen des X. internat. medicinischen Congresses.* Berlin 1891. Bd. II. 1. Abtheilung.

44. Derselbe, Ueber Körperhöhlenrudimente beim Menschen. *Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1898. Bd. LIII.

45. Zumstein, Ueber die Entwickelung der Vena cava inferior bei dem Maulwurfe und dem Kaninchen. *Anatom. Hefte* von Merkel und Bonnet. Wiesbaden 1898.

46. Derselbe, Zur Anatomie und Entwickelung des Venensystems des Menschen. *Ebenda.* 1896.

47. Derselbe, Zur Entwickelungsgeschichte des Venensystems bei dem Meerschweinchen. *Ebenda.* 1897.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel VI u. VII.)

Fig. 1. Der ganze Embryo mit anliegendem Amnion. Das Dotterbläschen fehlt Die punktirte Linie markirt die Ebene, in der die Schnitte geführt wurden.

Fig. 2. Vordere Ansicht des Herzens (in situ). Die ventrale Herzbeutelwand ist weggenommen. Der Truncus arteriosus *TA* tritt median durch die craniale Herzbeutelwand. Die linke Ventrikelschleife *LVS* ist grösser als die rechte *RVS*. Die Vorhöfe *RVH* und *LVH* umgreifen hufeisenförmig den Truncus *TA*.

Fig. 3. Dorsale Ansicht des Herzens. Der Sinus venosus *SV* zeigt cranialconcave Hufeisenform. Die Ductus Cuvieri *RDC* und *LDC* bilden die Hufeisenenden. Das Mesocard *MC* geht auf der linken Seite in die Pleuro-Pericardialmembran *MPPC* über. In der Mitte bildet es das Herzlungengekröse *LG*. *V.p.* Vena pulmonalis.

Fig. 4. Vordere Ansicht des Herzens. Die ventrale Vorhofswand und der craniale Theil des Truncus arteriosus sind fortgenommen. Das Septum primum *S*ɪ theilt das Vorhofsgebiet zum Theil auf. Rechts hängen die beiden Sinusklappen *RVK* und *LVK* cranial als Septum spurium *SS* zusammen. Im linken Vorhof ist der im Text beschriebene Processus *P* zu finden.

Fig. 5. Durch einen frontalen Schnitt ist die vordere Vorhofswand entfernt worden; der Schnitt führt gerade der Länge nach durch den Ohrcanal. Durch einen transversalen Schnitt quer durch den Ohrcanal sind die Ventrikel abgelöst. Man sieht die bei Fig. 4 beschriebenen Klappenverhältnisse deutlicher. Aus dem Ohrcanal *CA* zieht ein Endocardwulst cranialwärts, dessen Grenze durch eine bogenförmige Linie markirt ist. Er gehört, wenn man sich *S*ɪ verlängert denkt, dem linken Vorhofsgebiet an. Von der Klappe *RVK* ist er durch eine Furche getrennt.

Fig. 6. Der Schnitt, caudal vom freien Vorhofsscheidewandrand geführt, zeigt die histologischen Verhältnisse der His'schen Area interposita. Die Herzmusculatur ist im Gebiet des Herzlungengekröses unterbrochen.

Fig. 7. Das Herz ist aus der Pericardialhöhle herausgenommen. Die Insertion des Mesocards *MC* und der Pleuro-Pericardialmembran *MPPC* entspricht dem in Fig. 3 dargestellten Verhalten. In der von Ductus Cuvieri, *RDC* und *LDC*, und Mesocardialinsertion umgrenzten pleuro-pericardialen Communicationsöffnung sieht man die Trachea-Lungenanlage *TLA*. *V.p.* Vena pulmonalis.

Fig. 8. Das Coelom ist in der Weise geöffnet, dass seine dorsale Wand unter Durchtrennung der dorsalen Mesenterialinsertion entfernt ist. Man hat die dorsale Ansicht der Leber, der Lungen und des Mesenteriums. Die rechte Lunge *RL* ist grösser als die linke *LL*. Die pleuro-pericardiale Communicationsöffnung *PPC* gestattet beiderseits der Lungen-Tracheaanlage den Durchblick in die Pericardialhöhle. Die dorsalen Leberkanten *DLK* gehen beiderseits in die ventralen Pfeiler *VP*, rechts weiter cranial in die Pleuro-Peritonealmembran *MPP* über. Rechts ist durch die ein dreieckiges Gebiet einnehmende Wucherung der dorsalen Leberwand ein Pleuralhöhlenboden *RPHB*, links der entsprechende *LPHB* durch das gefaltete Mesenterium *MS* gebildet, welches hier den Peritonealrecessus enthält.

Fig. 9. Der Embryo ist durch einen transversalen Schnitt, welcher Ohrcanal *CA* und cranialen Lebertheil getroffen hat, in eine craniale und eine caudale Hälfte zerlegt. Man sieht von unten in den cranialen Theil des Embryo. Die Lungen-Trachea-Oesophagusanlagen sind unter Durchtrennung ihres dorsalen und ventralen Mesenteriums noch weiter cranial, als der Hauptschnitt liegt, in transversaler Ebene durchschnitten. Im Herzbeutel sieht man von unten auf den Sinus und die Vorhöfe. In der Pleuro-Peritonealhöhle verstreichen auf der linken Seite Urnierenfalte *UNF* und dorsaler Pfeiler *DP* einer-, ventraler Pfeiler *VP* andererseits, bevor sie einander erreichen. Rechts dagegen gehen Urnierenfalte *UNF* und dorsaler Pfeiler *DP* convergirend in den ventralen Pfeiler *VP* unter Bildung einer Pleuro-Peritonealmembran *MPP* über. Zwischen *MPP* und lateraler Körperwand kommt der cranial sich erstreckende Recessus antero-lateralis zur Anschauung.

Fig. 10. Man sieht auf die dorsale and rechts auch auf die laterale Wand des Coeloms. In der cranialen Hälfte ist das Mesenterium an seiner dorsalen Wurzel durchtrennt, in der caudalen ist es stehen geblieben. Durch Schwanzende und Cloake ist ein Medianschnitt geführt. Man sieht wieder auf der rechten Seite den dorsalen Pfeiler *DP* und die Urnierenfalte *UNF* in den ventralen Pfeiler *VP* unter Bildung der Pleuro-Peritonealmembran *MPP* übergehen. Von *RAL* weist die punktirte Linie in den Recessus antero-lateralis. Links ist die etwa dreifache Länge des dorsalen Pfeilers *DP* im Vergleich zum rechten zu beachten. Das Mesenterium macht bei *MSS* den Anfang zur Schlingenbildung. In die Cloake mündet der Darm *D* und der Wolff'sche Gang *WG*. Zwischen beiden zieht eine Falte caudalwärts. Ventral geht der Allantoisgang *ALG* ab, und caudal setzt sich das Cloakenlumen in das des Schwanzdarmes *SD* fort. Die Ausdehnung der Cloakenmembran *CLM* ist durch zwei punktirte Linien angedeutet.

Fig. 11. Die dorsale Wand der Mundhöhle mit der sichelförmigen Hypophysenanlage und dem links zur ersten Kiementasche gehörigen Recessus.

Fig. 12. Ansicht der ventralen Wand des Kiemendarmes. Zu beachten sind die zwischen den Bögen *KB* I—IV befindlichen, lateral divergirenden Kiementaschen, ferner die Zungengrundwülste *ZGW* und das Tuberculum impar *TI*.

Fig. 13. Zum Darm *D* geht, aus dorso-caudaler Richtung kommend, der Ausführungsgang der dorsalen Pankreasanlage *PD*, aus cranio-ventraler der Ductus choledochus *DCH*, welcher den Ductus hepaticus *DH*, cysticus *DCY* und den Canal des ventralen Pankreas *PV* aufnimmt.

Erklärung der in Tafel- und Textfiguren gebrauchten Bezeichnungen.

A = Aorta.
AC = Arteria coeliaca.
ALG = Allantoisgang.
AU = Arteria umbilicalis.
AW = Arithänoidwulst.
CA = Canalis auricularis.
CH = Chorda.
CLM = Cloakenmembran.
D = Darm.
DA = Ductus Arantii.
DCH = Ductus choledochus.
DCY = Ductus cysticus.
DH = Ductus hepaticus.
DHW = dorsale Herzbeutelwand.
DLK = dorsale Leberkante.
DP = dorsaler Pfeiler.
F = Furche.
FC = Foramen coecum.
GB = Gallenblasenanlage.
HBW = Herzbeutelwand.
KB = Kiemenbogen.
L = Leber.
LDC = linker Ductus Cuvieri.
LG = Lungen-Herz-Gekröse.
LHO = linkes Herzohr.
LL = linke Lunge.
LPHB = linker Pleuralhöhlenboden.
LVH = linker Vorhof.
LVK = linke Sinusklappe.
LUV = linke Umbilicalvene.
M = Medulla spinalis.
MC = Mesocard.
MG = Magen.
MPP = Membrana pleuro-peritonealis.
MPPC = Membrana pleuro-pericardialis.
MS = Mesenterium.
MSS = Mesenterialschlinge.
OE = Oesophagus.
P = Processus.
PD = Pancreas dorsale.
PLR = Pleuralrinne.
PPC = pleuro-pericardiale Communicationsöffnung.
PV = Pancreas ventrale.
RAL = Recessus antero-lateralis.
RDC = rechter Ductus Cuvieri.
RHO = rechtes Herzohr.
RL = rechte Lunge.
RPHB = rechter Pleuralhöhlenboden.
RVH = rechter Vorhof.
RVK = rechte Sinusklappe.
RVS = rechte Ventrikelschleife.
S I = Septum primum.
SD = Schwanzdarm.
SS = Septum spurium.
SV = Sinus venosus.
TA = Truncus arteriosus.
TI = Tuberculum impar.
TLA = Trachea-Lungenanlage.
TR = Trachea.
UNF = Urnierenfalte.
VC = Vena cardinalis.
VE = vordere Extremität.
VHD = Vena hepatica dextra.
VHS = Vena hepatica sinistra.
VJ = Vena jugularis.
VLW = Ventrale Leibeswand.
VOM = Vena omphalo-mesenterica.
VP = Ventraler Pfeiler.
V. p. = Vena pulmonalis.
VU = Vena umbilicalis.
WG = Wolff'scher Gang.
ZGW = Zungengrundwülste.

Die Veränderungen in den Ganglienzellen des elektrischen Lappens der Zitterrochen nach Durchschneidung der aus ihm entspringenden Nerven.

Von

Siegfried Garten.

(Aus dem physiologischen Institut zu Leipzig.)

(Hierzu Taf. VIII u. IX.)

Bei einer Reihe von Versuchen am elektrischen Organ der Zitterrochen, die ich im Herbst 1898 in Neapel vornahm, wurden die vom Lobus electricus zum elektrischen Organ führenden Nerven bei vielen Thieren, meist auf der einen Seite, durchschnitten, und die so operirten Thiere verschieden lange Zeit, eines bis zum 37. Tage, am Leben gelassen. Erstreckten sich meine Versuche in Neapel der Hauptsache nach auf die Veränderungen im Schlagverlauf des elektrischen Organes, so konnte ich doch bereits damals an einer Reihe mikroskopischer Präparate feststellen, dass die Ganglienzellen des elektrischen Lappens von Torpedo nach Durchschneidung der von ihnen zum Organ führenden Nerven auffallende Veränderungen erfahren (9).[1] Eine besondere Untersuchung und Mittheilung derselben erscheint aus mehreren Gründen angezeigt: Erstens sind die histologischen Veränderungen, welche die Ganglienzellen des Lobus electricus unter den genannten Bedingungen erfahren, zum Theil andere als die, welche Nissl und zahlreiche andere Forscher an den motorischen Zellen der Warmblüter nach der Nervendurchschneidung beobachtet haben. Zweitens vollziehen sich jene Vorgänge im Zellleib in Folge des trägeren Stoffwechsels bei den Zitterrochen viel langsamer als bei den Warmblütern, so dass man weit

[1] Die Ziffern beziehen sich auf das Litteraturverzeichniss am Schlusse dieser Abhandlung.

besser die allmähliche Entwickelung derselben verfolgen kann. Drittens bietet die äusserst regelmässige Anordnung der Zellen im Lobus electricus, die auffallend gleichartige Beschaffenheit aller Zellen und ihre ausserordentliche Grösse die günstigsten Bedingungen für eine erfolgreiche Beobachtung auch feinerer Structurveränderungen.

Leider erlaubte es mir meine Zeit nicht, in Neapel die Ganglienzellen frisch der Untersuchung zu unterwerfen. Auch hatte von den zahlreichen in van Gehuchten'scher, Flemming'scher Lösung und Sublimat fixirten Gehirnen ein Theil durch eine etwas eilige Paraffineinbettung gelitten. Trotzdem war noch eine hinreichend grosse Zahl (14) Gehirne gut conservirt zur Untersuchung verwendbar, und zwar entstammten diese Thieren, die ich in sehr verschiedenen Zwischenräumen, 1 bis 37 Tage nach Durchschneidung der Nerven, getödtet hatte.

Beim ausgebildeten Zitterrochen sitzen die paarigen Lobi electrici als halbkugelige Vorwölbungen der Medulla oblongata auf. Nach Fritsch (6) sind dieselben am Boden der Rautengrube durch Wucherung bestimmter Nervenkerne entstanden, die sonst Trigeminus- und Vaguswurzeln aussenden. Die Lobi bestehen aus einer grossen Zahl reihenweise angeordneter Ganglienzellen von ganz ausserordentlicher Grösse. Bis zu 33 Zelllagen sind nach Reichenheim (21) im mittleren Theil der Lappen nahe der Medianebene über einander gelagert. Dementsprechend ist auch die Gesammtzahl der Ganglienzellen eine sehr grosse. Fritsch (6) nahm durch eine Combination von Zählung und Schätzung 53 739 Ganglienzellen an, während die Zahl der aus dem Lappen hervortretenden Nervenfasern 58 318 betrug. Nach dieser Zählung dürften alle Zellen ihre Axencylinder in die Nervenstämme hineinsenden. Dieser Schluss findet durch meine unten mitzutheilenden Versuche seine volle Bestätigung. Die Axencylinder sind an ihrem Ursprunge aus den Zellen fast immer senkrecht nach unten und zugleich je nach der Lage der Zellen etwas mehr medial oder lateral gerichtet. Man erhält daher auf Frontalschnitten des Lappens immer eine grosse Zahl von Zellen mit ihrem Polkegel und oft einem längeren Stück des Axencylinders. Die Zellen besitzen eine auffallende Grösse. (Vergl. die in Taf. VIII, Fig. 1 mit Zeiss Apochr. 1·40 Compens Ocular 6 gezeichneten Zellen.) Nach Fritsch (6) beträgt ihr Durchmesser im Mittel 0·1 ^{mm}. Sie sind rundlich oder mehr birnförmig gestaltet. Durch die zahlreichen aus ihrem Leib hervorgehenden Protoplasmafortsätze und den Axencylinderfortsatz wird ihre Form zu einer mehr oder weniger unregelmässigen. Weit besser als durch Schnittpräparate wird der Reichtum der Zellen an protoplasmatischen Verzweigungen durch die von M. Schultze (23) bereits im Jahre 1868/69 gezeichneten Abbildungen der in Jodserum isolirten Ganglienzellen veranschaulicht.

Im Gegensatz zu anderen motorischen Kernen ist Form und Aussehen der Zellen für alle Exemplare desselben Lappens auffallend gleichartig. Insbesondere vermisst man bei Nissl-Färbungen jene auffallenden färberischen Unterschiede zwischen einzelnen Zellen desselben Kernes, wie sie zuerst namentlich von Flesch (7) beschrieben wurden. (Unterscheidung von chromophilen und chromophoben Zellen).[1]

Ueber den feineren Bau der normalen Ganglienzellen des Lobus electricus sind in letzter Zeit nur wenig Untersuchungen angestellt worden, obgleich gerade die Grösse der Zellen und ihre übersichtliche Anordnung zu eingehenderen Zellstudien auffordert. Früher dagegen galten sie für ein beliebtes Untersuchungsobject. So suchte an ihnen Wagner (30) den Zusammenhang der markhaltigen Nervenfasern mit den Ganglienzellen festzustellen und M. Schultze (23 u. 24) gründete zum grossen Theil auf die Beobachtung dieser Zellen die in neuester Zeit wieder hart umstrittene Lehre von dem fibrillären Bau des Axencylinders und der Ganglienzelle.

M. Schultze (23) bildete an den frischen, in Jodserum isolirten Ganglienzellen des Lobus electricus, wie neuerdings Bethe (1) an den nach seinen neuen Fixirungsmethoden behandelten Ganglienzellen des Menschen und der Wirbelthiere, feinste Fibrillen ab. Dieselben strahlten aus dem Axencylinder divergirend in den Zellleib ein, um vermuthlich diesen ununterbrochen zu durchsetzen und dann in die verschiedenen Protoplasmafortsätze abzubiegen. Allerdings konnte M. Schultze (23) eine Fibrille durch den ganzen Zellleib hindurch nicht ununterbrochen verfolgen. Auch war es ihm nicht immer möglich, die Fibrillen im mittleren Zelltheil zu beobachten; hier erschien die Zellsubstanz mehr granulär.

An der Einstrahlung der Fibrillen in den Axencylinder sieht M. Schultze anfangs zahlreiche interfibrilläre Körnchen, wie sie sich auch im ganzen übrigen Zellleib seinen Abbildungen nach in ungefähr gleicher Menge vorfinden. Mit der Verschmälerung des Axencylinders in weiterer Entfernung vom Zellleib verringert sich die interfibrilläre Substanz mehr und mehr. Schliesslich bleibt neben den Fibrillen nur eine sehr geringe Menge äusserst fein granulärer Substanz zurück. Im ganzen Zellleib wie in den Proto-

[1] In neuester Zeit gab diese allgemein bei den Zellen der Warmblüter beobachtete färberische Differenz Veranlassung zu einer Discussion, ob es sich hierbei um eine ungleiche Fixirung oder verschiedene Functionszustände derselben Zellart handelte. (Vgl. Cajal [4], S. 165—167.) Bei dem wahrscheinlich sehr engen functionellen Zusammenhang zwischen allen Zellen des Lobus electricus dürfte die Thatsache des gleichmässigen färberischen Verhaltens dieser Zellen jene erste Annahme, dass die Differenz lediglich durch ungleiche Fixirung bedingt sei, ausschliessen, zumal da ich an dem in gleicher Weise fixirten Rückenmark derselben Thiere chromophile Zellen neben chromophoben beobachten konnte.

plasmafortsätzen befindet sich neben den Fibrillen „granuläre, interfibrilläre Substanz", die namentlich bei älteren Thieren durch gelbes Pigment stark gefärbt ist und hierdurch einen Theil der Fibrillen verdeckt.

Wie Bethe (1) am Schluss seiner Untersuchung durch ein Citat aus M. Schultze's Arbeiten beweist, stimmt bei beiden Beobachtern die Beschreibung des Fibrillenverlaufes trotz der ganz verschiedenen Untersuchungsmethoden und der theilweise auch verschiedenen Objecte völlig überein. Wenn daher in neuerer Zeit mit den verschiedenen Fixirungsmitteln an den Ganglienzellen des Lobus electricus eine von der beschriebenen abweichende Structur beobachtet wird, wie auch in meinen unten beschriebenen, aus fixirtem Material hergestellten Präparaten, so erscheint ein Zweifel an dem Vorhandensein dieser letzteren Structur in den lebensfrischen Zellen wohl berechtigt.

In einer Untersuchung über Ganglienzelle, Axencylinder, Punktsubstanz und Neuroglia beschreibt Rhode (22) auch den Bau der Ganglienzellen des Lobus electricus von Torpedo marmorata. Ohne ausführlich auf seine Anschauungen über den Bau der Ganglienzellen einzugehen, sei nur Folgendes zum Verständniss des unten mitgetheilten Citates angeführt. Rhode nimmt an, dass das Hyaloplasma das leitende Element darstellt. Dasselbe befindet sich in dem feinfibrillären Spongioplasma des Axencylinders und in dem mit grobfibrillärem, untermischtem, feinfibrillärem Spongioplasma in der Ganglienzelle. Das grobfibrilläre Spongioplasma ist eine Gerüstsubstanz, die von der Neuroglia abstammt. Zertheilung des grobfibrillären Spongioplasmas soll das feinfibrilläre liefern. Rhode beschreibt nun die Ganglienzellen von Torpedo marmorata folgendermaassen: „Der einzige Axencylinderfortsatz . . . dieser Ganglienzellen ist wieder ausschliesslich feinfibrillär; die Protoplasmafortsätze dagegen haben, wie dies allgemein für die centralen Ganglienzellen der Wirbelthiere angegeben wird, denselben Bau, wie der Ganglienzellleib, d. h. sie bestehen aus grobfibrillärem und feinfibrillärem (hyaloplasmahaltigem) Spongioplasma; sie sind demnach ebenso nervös wie der Zellleib selbst, enthalten aber auch gleich diesem nicht leitende Theile, mit denen sie sich sehr wohl an nicht nervöse Elemente, so die Neurogliazellen und die Blutgefässe, ansetzen können. Bei Torpedo habe ich mich deutlich von einem solchen Zusammenhange überzeugt, der nicht auffallen kann, da ja einerseits die Ganglienzellen in ihrer ganzen Peripherie mit der Neuroglia in Connex stehen, andererseits auch bei Torpedo, ähnlich wie Fritsch und ich es bereits für Lophius und Malopterurus beschrieben haben, der Leib der elektrischen Zellen gar nicht selten von Blutgefässen durchsetzt wird. Ein Theil der Protoplasmafortsätze stellt aber ebenso sicher eine Verbindung unter den Ganglienzellen her, wie Dogiel bereits behauptet hat. Denn ich beobachtete mehrmals,

wie Protoplasmafortsätze benachbarter Ganglienzellen durch Theiläste in einander übergingen und wie häufig Protoplasmafortsätze der verschiedensten Ganglienzellen zu eigenthümlichen Knotenpunkten zusammentraten, welche entfernt an die Ganglien-Punktsubstanz der Wirbellosen erinnerten."

Ohne auf Rhode's theoretische Anschauung über das leitende Element im Zellleib einzugehen, seien hier zunächst nur folgende Punkte hervorgehoben: Blutcapillaren in den Ganglienzellen von Torpedo habe ich nicht beobachtet trotz Durchsuchung zahlreicher Schnitte. Dagegen findet man nicht selten Capillaren, welche, dem Zellleib dicht anliegend, diesen einbuchten und oft geradezu von zwei Protoplasmafortsätzen umklammert werden. Diese Lage glaube ich aber noch nicht als intracelluläre bezeichnen zu können.

Anastomosen vermittelst ganzer Protoplasmafortsätze zwischen benachbarten Zellen habe ich mit völliger Sicherheit in keinem Fall beobachtet. Ihr häufiges Vorkommen auf Grund von Schnittpräparaten zu leugnen, wäre gewagt, da an Schnitten nur durch besonderen Glückszufall eine solche Anastomose sicher nachweisbar sein dürfte. Sehr oft, besonders an einer Reihe von Sagittalschnitten, glaubte ich bei schwächerer Vergrösserung Anastomosen zwischen den verzweigten Dendriten verschiedener Zellen, wie es Rhode beschreibt, zu beobachten oder einen scharf an einer Nachbarzelle hinlaufenden Fortsatz in diese eintreten zu sehen. Bei genauer Betrachtung mit Zeiss Apochr. Apert 1·40 erschien es mir immer so, als ob wohl eine Anastomose vorliegen könnte, aber die Stelle den Eintritt oder die Vereinigung nicht beweise. In vielen Fällen stellten sich bei der starken Vergrösserung die vermeintlichen Anastomosen auch als Ueberkreuzung von Fortsätzen heraus. Von früheren Untersuchern hat M. Schultze bei Benutzung der Isolationsmethode an den Ganglienzellen des Lobus electricus das Vorkommen von Anastomosen vermisst. Doch würde dieses negative Resultat ebenfalls wenig beweisen, da ja bei der Isolationsmethode zarte Verbindungen leicht zerrissen werden (24).

Der Bemerkung Rhode's über den Zusammenhang der Neurogliazellen mit den Ganglienzellen kann ich nicht beipflichten, da eine Grenzlinie zwischen Ganglienzellleib und den anliegenden Neurogliazellen bei den von mir benutzten Fixirungen und Färbungen fast immer scharf gezogen werden kann. Die Zellgrenze tritt, wie beispielsweise in Taf. VIII, Fig. 1, als eine etwas intensiver gefärbte Linie hervor.

Das Vorkommen von Neurogliakernen innerhalb der Ganglienzelle, wie es Rhode beschreibt, habe ich nicht beobachten können. In seiner Arbeit über die Structur des nervösen Protoplasmas nimmt auch Cajal (4) gegen diese Beobachtung Rhode's Stellung. Nur das Vorkommen von Capillaren

im Zellleib der Ganglienzellen vom Torpedo lässt er gelten auf Grund einer eigenen, bereits im Jahre 1888 veröffentlichten Untersuchung.[1]

In den letzten Jahren wurde nun auch die durch Nissl eingeführte Färbung der chromatischen Elemente des Zellleibes auf die Ganglienzellen des Lobus electricus ausgedehnt. Und zwar haben zwei Forscher unabhängig von einander die Structur jener Zellen kurz beschrieben. v. Lenhossek (16) findet (1895), dass diese Zellen im Gegensatz zu der Beschreibung M. Schultze's „nicht eine fibrilläre, sondern eine ausgesprochen granuläre Structur" haben. Die in die schwach färbbare Grundsubstanz eingelagerte chromophile Substanz bilde zahlreiche kleine Körperchen, deren Grösse etwa in der Mitte stehe zwischen den derben Schollen der Rückenmarkszellen der Säugethiere und den Körnchen in den Spinalganglienzellen. Für besonders charakteristisch hält v. Lenhossek die Anordnung der chromophilen Substanz zu ziemlich regelmässigen concentrischen Kreisen um den auffallend grossen Kern (vergl. die von mir abgebildeten Zellen in Taf. VIII, Fig. 1). Frei von Chromatinschollen ist die Polstelle, welche er als homogen bezeichnet (s. u.) und der Axencylinder, während sich in den auffallend schmalen Dendriten Chromatinkörperchen finden, die sich aber vom Zellleib aus nicht continuirlich in die Dendriten fortsetzen. Vielmehr hören nach v. Lenhossek an der Abgangsstelle der Dendriten die chromophilen Klümpchen scharf auf, um erst in etwas weiterer Entfernung vom Zellkörper wieder in den Dendriten aufzutauchen. Endlich beobachtete jener Forscher an der Zelloberfläche eine relativ breite, homogene Rindenschicht, die also frei von Chromatinschollen sein würde.

Theilweise im Widerspruch mit dieser Beschreibung stehen die zwei Jahre später gelegentlich eines Vortrages veröffentlichten Beobachtungen Solger's (25). Die kurze Inhaltsangabe seines Vortrages lautet:[2] „Herr Solger demonstrirt einige Schnitte durch Ganglienzellen des Lobus electricus von Torpedo. Das Material war in Pikrinschwefelsäure oder in Sublimat fixirt und in ersterem Falle mit Erythrosinmethylenblau (Held), im anderen nach der Hämatoxylineisenlack-Methode (M. Heidenhain) gefärbt worden. Die fibrilläre Structur des Zellkörpers, der Neuriten und der hier von Nissl-Körnerchen freien Dendriten ist

[1] Diese Arbeit Cajal's, Bemerkung über die Structur der Nervenfasern des elektrischen Hirnläppchens von Torpedo, *Rev. trim. de Histologia.* Agosto 1888, war mir leider nicht zugänglich.

[2] Hr. Professor Solger hatte die Güte, mir einen Abdruck der kurz gefassten Inhaltsangabe seines Vortrages, sowie eine Photographie der Tafeln seiner mikroskopischen Abbildungen nebst Erklärung zuzusenden, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte. Seine ausführliche, bereits abgeschlossene Publication beabsichtigt er erst nach Durchsicht eines reicheren Materiales zu veröffentlichen.

deutlich zu erkennen. Es lässt sich ferner im Zellkörper ein Mikrocentrum (Sphäre mit Centrosoma) nachweisen. Als inconstanter Befund wurden endlich eigenthümliche, in Hämatoxylin sich stark färbende, derbe Zellfäden von gekrümmter oder welliger Gestalt vorgeführt, deren Vorkommen möglicher Weise von einem bestimmten Functionszustande der Zelle abhängig ist. Sie sind vielleicht den vor kurzem von Levi in der Rivista di pathologia nervosa e mentale beschriebenen fuchsinophilen Fädchen oder Körnchenreihen der Säugethierganglienzelle an die Seite zu stellen."

Bezüglich der fibrillären Structur des Zellleibes liefert also die Solger'sche Beobachtung eine Bestätigung des 30 Jahre zuvor von M. Schultze Gesehenen und steht im Gegensatz zu v. Lenhossek's Beobachtungen. Uebrigens sei bemerkt, dass Solger auf seinen Zeichnungen nur an den von Nissl-Körperchen freien Theilen der Zelle jene fibrilläre Structur abbildet. Auch über den Gehalt der Dendriten an Nissl-Körperchen besteht zwischen beiden Forschern eine Differenz. Solger sah dieselben frei von Nissl-Körpern; v. Lenhossek stellte fest, das in einiger Entfernung vom Zellleib wieder chromatische Schollen in den Dendriten auftauchten.

Die im Folgenden beschriebene Structur des normalen Zellleibes, wie sie meine aus fixirtem Material dargestellten Präparate darbieten, weichen in mehrfacher Hinsicht von den Zellbildern v. Lenhossek's und Solger's ab. Für die vorliegende Untersuchung lege ich auf diesen Unterschied an sich wenig Werth. In den durch die Fixirungsmittel erhaltenen Structurformen sehe ich mit Held (12) und Fischer (8) Reactionsbilder, die für die Structur der lebenden Ganglienzelle zunächst nichts beweisen können. Da es mir leider meine Zeit nicht erlaubte, an frischem Material Untersuchungen anzustellen, so muss ich unentschieden lassen, was von der gesehenen Structur an der lebensfrischen Zelle erkannt werden kann. Der Werth einer genauen Kenntniss jener Bilder beruht für die vorliegende Untersuchung also nicht darin, dass wir mit ihrer Hülfe Genaueres über den Bau der lebenden Zelle erfahren, sondern darin, dass wir an ihnen und zwar nur an solchen Aequivalentbildern (wie sie Nissl selbst bezeichnet) auf Veränderungen schliessen können, die sich in der lebenden Zelle, wie beispielsweise nach der Nervendurchschneidung, abgespielt haben müssen.

Der Beschreibung der Structur des Ganglienzellleibes kann Taf. IX, Fig. 7, zu Grunde gelegt werden. Das Präparat entstammt einem in Flemming'scher Lösung fixirten Lobus electricus, und zwar einer Zelle aus den obersten Schichten. Zur Färbung diente Anilinwasser-Methylviolett u. s. w. nach Kromeyer (15). Man sieht am oberen Theil der Zelle den breiten Axencylinderfortsatz in den Zellleib einstrahlen. Derselbe zeigt eine scharfe Längsstreifung. Zarte Querbrücken, wie sie Held auch

für den Axencylinder beschrieb, habe ich nicht sehen können. Bis hierher stimmt also meine Beschreibung mit der M. Schultze's und Solger's überein. Bereits an der Eintrittstelle des Axencylinders ändert sich aber die Structur. Unmerklich gehen die Fibrillen des Axencylinders in eine ausserordentlich feine netzartige Anordnung über. Die feinen, meist rundlichen Lücken sind von sehr wechselnder Weite, so dass man am ehesten mit Cajal (4) und Held (12) daran denken kann, dass auch hier die Grundsubstanz in Form eines äusserst feinlöcherigen Spongioplasmas fixirt sei. Weiter von der Polstelle entfernt zeigt in der Regel diese Grundsubstanz etwas weitere Maschen, und jetzt treten, wie auch auf Taf. IX, Fig. 7, feinkörnige, dunkelgefärbte Einlagerungen in derselben auf, die Nissl-Körper oder chromatischen Elemente. Diese dunklen Körnchen bilden unregelmässige Häufchen, traubige Gebilde oder feine Reihen. Ob dieselben, wie Cajal (4) an günstigen Objecten beobachtete, den Balken oder besser Wänden des Spongioplasmas aufgelagert sind, bei grösserer Dicke stellenweise ganze Maschenräume ausfüllen und auf die benachbarten Balken als feine Ausläufer übergehen, ist hier nicht zu entscheiden, da gerade an diesen gewaltigen Zellen eine äusserste Feinheit und Zartheit jener Structuren vorwaltet. Auch ist hier die von Held beobachtete zweite blasser blau gefärbte gerinnselartige Zwischensubstanz, in der die feinen Körnchen eingebettet liegen, nicht zu beobachten. Das Gleiche gilt für die Nissl-Körper in anderen Ganglienzellen von Torpedo. Beispielsweise heben sich bei der Erythrosin-Methylenblaufärbung Held's die feinen, tiefblau gefärbten Körnchen des Zellleibes in den grossen Zellen, deren Anhäufung nach Fritsch der Olive der höheren Thiere entspricht, sehr scharf von dem roth gefärbten Zellleib ab, ohne auch nur die Andeutung einer blasseren bläulichen Zwischensubstanz erkennen zu lassen. Dagegen treten in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen an den Warmblütern im Inneren grösserer Nissl-Schollen feine Vacuolen auf, wie beispielsweise auf Taf. IX, Fig. 8.

Für die oben beschriebene Cajal'sche Anschauung über die Lage der Nissl-Körper in Bezug auf das Spongioplasma würde der auf Taf. IX, Fig. 9, wiedergegebene Zellabschnitt sprechen. Derselbe entstammt einer Zelle, deren zugehöriger Axencylinder 12 Tage zuvor durchschnitten worden war. Unter diesen Umständen sind, wie weiter unten zu schildern ist, die Nissl-Körper nicht mehr scharf und distinct färbbar, dagegen erscheint bei flüchtiger Betrachtung auf Taf. IX, Fig. 9, das Maschenwerk gröber und die einzelnen Fäden der Maschen breiter. Bei genauerem Zusehen treten aber neben den breiten, sich jetzt stärker färbenden Fäden noch feinere Zwischenverbindungen hervor, die nur zunächst durch ihr matteres Aussehen dem Blick entgehen. Allem Anscheine nach sind die dickeren Theile

des Gerüstes darauf zu beziehen, dass jetzt die chromatische Substanz einzelnen Gerüstfädchen in mehr diffuser Weise anhaftet.

Von der gröberen Vertheilung der Nissl-Körper über den Zellleib giebt Taf. VIII, Fig. 1, ein gutes Uebersichtsbild (Fixirung in Sublimat, Färbung, Erythrosin-Methylenblau nach Held). Während die motorischen Vorderhornzellen in der Regel dem stichochromen Typus angehören, zeigen die ja ebenfalls motorischen Ganglienzellen des Lobus electricus eine unregelmässige Vertheilung der Nissl-Körper in Gruppen, welche stellenweise durch ihre Ausläufer miteinander zusammenhängen (archyochromer Typus). An den beiden in der Fig. 1 abgebildeten Ganglienzellen tritt ausserdem die bereits von v. Lenhossek geschilderte concentrische Anordnung der chromatischen Elemente deutlich hervor. Andere Ganglienzellen von Torpedo gehören zu dem gewöhnlichen stichochromen Typus. So besitzen die grossen multipolaren Zellen der sogenannten Olive, wie auch die motorischen Zellen des Rückenmarkes eine ganz ausgesprochen reihenartige Anordnung ihrer chromatischen Substanz. So weit ein Erkennen möglich ist, unterscheiden sich aber auch hier die Nissl-Körper von dem in den Zellen der Säugethiere vorkommenden durch ihren Bau. Man vermag hier nicht zwischen den scharf gefärbten Körnchen eines Haufens eine blässer blau gefärbte Zwischen- oder Grundsubstanz zu erkennen.

Die netzartige Anordnung tritt nicht bei allen Zellen rein hervor. So sieht man beispielsweise in Zelle *a* (Taf. VIII, Fig. 1) von der Polstelle aus bis zu einem Protoplasmafortsatze einen Streifen verlaufen, in welchem die Nissl-Körper nur spärlich vertheilt sind. Sie bilden hier lang gestreckte sich wieder aus Körnchen zusammensetzende Chromatinspindeln. Die Grundsubstanz zeigt in einem solchen Streifen eine mehr oder weniger deutlich fibrilläre Structur.[1]

Aehnlich verhalten sich die Protoplasmafortsätze. Auch diese lassen meist einen streifigen Bau erkennen, welcher allerdings bei weitem nicht so scharf ausgeprägt ist, wie die fibrilläre Structur im Axencylinder. In jenen Fortsätzen erscheinen nun ebenfalls die Nissl-Körper, wie beispielsweise auf Taf. IX, Fig. 8, mehr in Form lang gestreckter Spindeln.[2]

In vielen Ganglienzellen der Warmblüter beobachtet man um den Kern herum wie auch in den äussersten Schichten des Zellleibes eine von

---

[1] Auf der mir von Hrn. Professor Solger zugesandten Photographie findet sich eine ähnliche Stelle abgebildet.

[2] Das Vorkommen der Nissl-Körper in den Dendriten halte ich also trotz Solger's (s. oben S. 138) gegentheiliger Angabe in Uebereinstimmung mit v. Lenhossek aufrecht. Entgegen der Angabe v. Lenhossek's (16) beobachtete ich auch an der Abgangsstelle der Dendriten vereinzelt Chromatinschollen. (Vgl. Taf. VIII, Fig. 1, Zelle *a*.)

Nissl-Körpern freie Zone. Dagegen ist in den Ganglienzellen von Torpedo nur die Randzone, wie beispielsweise auf Taf. VIII, Fig. 1b und Taf. IX, Figg. 7 und 8, wenigstens zum Theil körnerfrei, während an den Kern die Schollen dicht heranreichen.

Constant frei von Nissl-Körpern ist an allen normalen Zellen die Polstelle und der Axencylinderfortsatz, wie auch bereits Solger und v. Lenhossek angaben. Für die Ganglienzellen der Warmblüter ist dieses Verhalten durch Simmaro (26) und Schaffer (29) festgestellt und von allen Forschern bestätigt worden. Nur Dogiel (5) findet in den Ganglienzellen der Netzhaut auch im Axencylinderfortsatz kleinere Chromatinschollen. Ich selbst konnte mich von dieser Ausnahme an Präparaten normaler Netzhäute, die mir mein Freund Dr. Birch-Hirschfeld zeigte, überzeugen. Das Fehlen der Nisslkörper im Axencylinder und an der Polstelle ist deshalb bemerkenswerth, weil in einem bestimmten Stadium nach der Nervendurchschneidung Chromatinkörnchen in den Zellen des Lobus electricus an jenen Stellen beobachtet werden.

Der grosse elliptische Kern liegt bei den normalen Zellen mehr oder weniger genau in der Mitte des Zellleibes und zeigt nach Erythrosin-Methylenblaufärbung einen grossen tiefblau gefärbten Nucleolus, welcher stets stark excentrisch gelegen ist.[1] Ausserdem finden sich im Kerne mehrere violett gefärbte Nebennucleolen und je nach der Fixirung ein mehr gerinnselartiges oder engeres gleichmässigeres roth gefärbtes Netzwerk.

Neben diesen bei allen drei Fixirungsmethoden beobachteten Zellbestandtheilen erhielt ich bei Fixirung mit Flemming'scher Lösung, und zwar ausschliesslich in den der Oberfläche des Stückes zunächst gelegenen Zellen, zahlreiche scharf begrenzte, runde Körnchen, wie sie in Figg. 10 und 11, Taf. IX, wiedergegeben sind. Am ungefärbten Präparat waren die Körnchen nicht sichtbar. Es konnte sich also nicht um einen fettartigen Stoff handeln, denn in diesem Falle wären die Körnchen durch die Osmiumsäure geschwärzt worden. Wie es Held von seinen Neurosomen beschrieb, waren die Körnchen besonders im Axencylinder und an der Polstelle zu kürzeren oder längeren Reihen angeordnet. Im Axencylinder waren sie bedeutend feiner als in der Zelle selbst, liessen sich aber im Gegensatz zu den von Held beschriebenen Neurosomen nur auf eine kürzere Strecke im Axencylinder verfolgen. Am dichtesten fanden sie sich regelmässig an der Polstelle, also gerade dort, wo die Nissl-Schollen vollständig fehlen. Im

[1] Magini (18) beobachtete gerade an diesen Ganglienzellen, dass die excentrische Lage des Nucleolus bei allen künstlich getödteten Thieren zu beobachten war. Liess er dagegen ein Thier langsam (also ohne stärkere Reizung) an der Luft absterben, so konnte er eine centrale Lage des Nucleolus im Kern beobachten. Bezüglich der Kernwanderung u. s. w. siehe Original!

übrigen Zellleib treten sie dagegen meist nur verstreut auf, wie Taf. IX, Fig. 10, zeigt. Besonders interessirte mich ein allerdings nur äusserst selten beobachtetes Bild. Wie namentlich deutlich in Fig. 11, Taf. IX, aber auch in Fig. 10 bei *a* zu sehen ist, tritt eine feine Körnchenreihe aus der Umgebung an die Zelle heran, um scheinbar in die äusserste Körnchenreihe des Zellleibes überzugehen. Das Verhalten erinnert an die von Held beschriebenen Axencylinderendfüsschen. Weiter hierauf einzugehen ist bei dem nur ausnahmsweisen Vorkommen jener Formen nicht gerechtfertigt.[1]

Die Veränderungen des mikroskopischen Bildes nach Nervendurchschneidung sind an den motorischen Zellen der Warmblüter sehr oft beobachtet und ausführlich beschrieben worden. An Kaltblütern hat nur Buehler (3) einige derartige Beobachtungen angestellt. Er untersuchte die Spinalganglienzellen des Frosches nach Durchschneidung der peripheren Nerven. Die Veränderungen sind für die erste Zeit (8 Tage) die gleichen wie an den motorischen Zellen der Warmblüter: Zerstäubung der chromatischen Substanz. „Im weiteren Fortschreiten des Processes verschwinden die basophilen Körper und schliesslich auch ihre Zerfallsproducte ganz aus der Zelle, so dass schliesslich ein blasser, homogener Zellkörper zurückbleibt, der späterhin durch weitere Veränderungen zerfällt." Für das erste Stadium der Zerstäubung hebt Buehler die diffuse Färbbarkeit des ganzen Protoplasmas mit basischen Anilinfarbstoffen hervor. Ausser dieser Untersuchung sind, soweit ich die Litteratur kenne, an den Ganglienzellen der Kaltblüter keine weiteren Beobachtungen unternommen worden. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass in den Ganglienzellen der letzteren die Nissl-Körper meist feiner und nicht so regelmässig ausgebildet sind, wie in denen der Warmblüter. Um so ausführlicher sind diese Vorgänge bei den höheren Thiergattungen beschrieben worden. Von den zahlreichen Schilderungen greife ich hier die zusammenfassende Darstellung van Gehuchten's (10) heraus, mit der in allem Wesentlichen die Beschreibungen der anderen Forscher übereinstimmen.

Die Zellveränderungen nach der Durchschneidung der motorischen Nerven bestehen in einer Veränderung der chromatophilen Elemente, excentrischer Lagerung des Kernes und einer Volumenzunahme des Zellkörpers. Die Veränderungen der chromatischen Substanz durchlaufen zwei Stadien: 1. Stadium des Zerfalles und 2. Stadium der Restitution. Die Chromatolyse beginnt sehr bald nach der Durchschneidung des Nerven; Nissl (19) beobachtete ihre Anfänge 24 Stunden nach der Ausreissung des Facialis,

[1] Wie oben erwähnt, beobachtete M. Schultze (23) an den frischen Ganglienzellen im ganzen Zellleib feine Körnchen, die im Axencylinder mit der Entfernung von der Zelle an Grösse und Zahl abnahmen. Ob diese mit den geschilderten Körnchen, abgesehen von ihrer Vertheilung, etwas gemein haben, muss dahingestellt bleiben.

van Gehuchten 40 Stunden nach der Durchschneidung des Nervus hypoglossus. Nach einigen Forschern beginnt der Schwund des Chromatins in centralen Theilen der Zelle und schreitet nach der Peripherie fort, andere Forscher sehen den Beginn der Chromatolyse nahe am Ursprungskegel des Axencylinders, und von hier breitet sich der Chromatinzerfall nach einigen Tagen über den ganzen Zellkörper und die Dendriten aus. Während van Gehuchten zwischen den einzelnen Zellen desselben Kernes nur im Anfang Unterschiede im Grad des Chromatinzerfalles beobachtete, fand Nissl noch am 10. Tage Unterschiede in der Färbbarkeit. Mit der Abnahme des Chromatins geht eine Schwellung des Zellleibes einher. Am 15. Tage ähnelt die ganze Zelle einer durchscheinenden Blase und nur an der Peripherie zeigt die Grundsubstanz eine blassblaue Färbung. Zugleich ist der Kern oft nach der Peripherie verlagert und buchtet unter Umständen sogar den Zellleib aus. Jetzt ist der Höhepunkt der Veränderungen erreicht. Am 20. Tage beispielsweise beobachtet van Gehuchten bereits den Beginn einer Volumenabnahme. Doch vollzieht sich diese sehr langsam. Selbst am 92. Tage ist das normale Volumen noch nicht wieder erreicht. In diesem zweiten Stadium tritt eine Neubildung der chromophilen Elemente ein, und zwar speichert der Zellleib mehr färbbare Substanz in sich auf, als vor der Durchschneidung in einer Zelle vorhanden war. Die Frage, ob alle Zellen jene Restitutionsprocesse durchmachen, oder ob ein Theil derselben der Degeneration anheim fällt, erscheint nach den widersprechenden Angaben verschiedener Forscher noch unsicher.

Abgesehen von der Kernwanderung handelt es sich also nach der Nervendurchschneidung bei den Warmblütern nur um Vorgänge an der färbbaren Substanz, während das protoplasmatische Netz intact bleiben soll. Eine Abnahme oder sogar völliges Verschwinden der färbbaren Substanz ist aber, wie Goldscheider und Flatau (11) gezeigt haben, für die Lebensvorgänge der Zelle bei Weitem nicht von der Wichtigkeit, wie es Anfangs schien. Konnten doch jene Forscher nachweisen, dass sowohl bei Malonnitrilvergiftung wie auch nach Ueberhitzung des Versuchsthieres die functionellen Störungen rascher zurückgingen, als die mikroskopischen Veränderungen, bezw. trotz erheblicher morphologischer Veränderungen die functionellen Störungen fehlten. Hieraus musste der Schluss gezogen werden, dass in diesen Fällen wenigstens die functionellen Störungen nicht in den mikroskopischen Veränderungen begründet waren.

Bei der Untersuchung der Ganglienzellen des Lobus electricus von Torpedo zeigte es sich nun, dass die durch das mikroskopische Bild erkennbaren Processe hier viel langsamer abliefen, aber offenbar auch in einer etwas anderen Weise. Zunächst beginnen die mikroskopischen Veränderungen im Zellleib viel später. Erst acht Tage nach der Durchschnei-

dung konnte der Anfang der beschriebenen Auflösung der Nissl-Körper beobachtet werden. In Taf. VIII, Fig. 2 sieht man eine Ganglienzelle neun Tage nach der Durchschneidung des zugehörigen Nerven. In dieser ist die chromatische Substanz im Zellleib noch erhalten, aber, wie besonders bei Vergleich mit einer normalen Zelle (Taf. VIII, Fig. 1) hervortritt, feinkörniger und gleichmässiger über den Zellleib vertheilt. In den Protoplasmafortsätzen sind noch die körnigen Anhäufungen von chromatischer Substanz unverändert sichtbar. Die Polstelle ist, wie in Taf. VIII, Fig. 1 bei der normalen Zelle, von Nissl-Körpern völlig frei. Dagegen zeigt die in der normalen Zelle rein roth gefärbte Grundsubstanz in Taf. VIII, Fig. 2, abgesehen von der Polstelle, eine schwach violette Färbung.

Ausser dieser Veränderung an der chromatischen Substanz treten, wie in Taf. VIII, Fig. 2, in der Grundsubstanz grössere spaltförmige oder rundliche Lücken auf, die sich Anfangs besonders an der Peripherie der Zelle beobachten lassen. Wie Held (12) gezeigt hat, kann man derartige grössere Vacuolen, wie wir sie hier kurz nennen wollen, durch bestimmte Fixirungsmittel, besonders sehr wasserreiche, in normalen Zellen erhalten. Für die von mir beobachteten Vacuolen lässt sich eine derartige Entstehung nicht annehmen, da in demselben Präparat immer nur an den Zellen der pathologischen Seite sich jene Vacuolen finden. Vergleicht man die normalen Zellen in Taf. VIII, Fig. 1 mit der pathologischen Zelle in Taf. VIII, Fig. 2, so beobachtet man auch in dem normalen Protoplasma feinste Lücken und Spalten, wie sie durch die unregelmässige netzartige Anordnung der Grundsubstanz gegeben sind. Ob diese Anordnung erst durch die Fixirungsmittel erfolgte, — (Held zeigte, dass gewisse Fixirungsmittel erst vacuolisiren und dann fixiren), oder ob diese einer vorgebildeten Structur entspricht, kann hier unerörtert bleiben. Beispielsweise treten in Taf. VIII, Fig. 1 an der Zelle *a*, nahe am Rande des Zellleibes an einigen von Nissl-Körpern freien Stellen des Zellleibes verhältnissmässig breitere Lücken zwischen der rothen Grundsubstanz auf, deren Grösse wohl beinahe der der kleinsten pathologischen Vacuolen gleichkommt. Der Unterschied ist also nur ein gradweiser.

Was die Art ihrer Bildung anlangt, so sehen Juliusburger (13) und Schaffer (27) Vacuolen dadurch entstehen, dass eine runde Partie des Zellleibes successive ihre Färbbarkeit verliert und so schliesslich den Anblick einer Vacuole darbietet. Wie Held (12) bemerkt, kann man an verschiedenen normalen Zelltypen eine sehr verschiedene Weite der Maschen des „Spongioplasmas“ oder der dem „Hyaloplasma“ entsprechenden normalen Vacuolen unterscheiden. Und zwar findet man auch solche normale Zellen, die ein ungleichmässig vacuolisirtes Protoplasma besitzen. Für den vorliegenden Fall wesentlich erscheint die Held'sche Annahme, dass die stark

vacuolisirten Nervenzellen den an Spongioplasma ärmsten, an Hyaloplasma reichsten, die sehr eng vacuolisirten Zellen den an Spongioplasma reichsten entsprechen würden. Bei den hier nach der Nervendurchschneidung an einzelnen Stellen verstreut auftretenden Vacuolen würde es sich also, wenn hier nicht noch die von Held bei der Fixirung beobachtete vacuolisirende Wirkung der eindringenden Flüssigkeit in ganz uncontrolirbarer Weise eingreift, um eine locale Verarmung der Zelle an jenen Substanzen handeln, welche in der fixirten Zelle das Spongioplasma darstellen. Hiermit würde die Beobachtung übereinstimmen, dass gerade beim Beginn jenes Processes sich in vielen Vacuolen noch vereinzelte, gerinnselartige Massen vorfanden (vgl. die vacuolisirte Randschicht einer Zelle in Taf. VIII, Fig. 2). Man hätte demnach in der Vacuolisirung der Zelle den mikroskopischen Ausdruck für einen der Chromatolyse der Nervenzelle parallel gehenden Process im Spongioplasma. Die Verarmung der Nervenzelle ausser an Chromatin auch an Grundsubstanz (Spongioplasma), wie sie hier an den Zellen des Lobus electricus auf Grund der Vacuolisirung angenommen wurde, deutet darauf hin, dass es sich im vorliegenden Fall um eine tiefergehende Schädigung der Zelle handelt. Bei den nach Nervendurchschneidung an den Warmblütern beobachteten Zellveränderungen wurde ja im Wesentlichen nur eine Veränderung im chromatischen Theile nachgewiesen.

Treten in den Ganglienzellen der höheren Thiere Vacuolen (in dem besprochenen Sinne) auf, so handelt es sich meist um tiefgehende, oft irreparable Schädigungen des Zellleibes. So finden sich Vacuolen im Zellleib beschrieben von Koester (14) bei Schwefelkohlenstoffvergiftung, Schaffer (27 u. 28) bei absoluter Inanition und bei Lyssa, Rothmann (20) bei künstlicher Anämisirung des Rückenmarkes, A. Birch-Hirschfeld (2) bei Chininvergiftung in den Nervenzellen der Netzhaut und noch von einer Reihe anderer Forscher.[1] Bemerkenswerth erscheint, dass auch die Ueberwärmung und die Malonnitrilvergiftung trotz des sehr intensiven Chromatinschwundes nach Goldscheider und Flatau (11) keine Vacuolisirung des Zellleibes herbeiführte. Die functionellen Störungen gehen bei diesen letzteren Schädigungen auffallend rasch zurück oder sind überhaupt nicht zu beobachten.

11 Tage nach der Durchschneidung, wie in Fig. 3, Taf. VIII, zeigt sich das Bild bereits wesentlich geändert. Hatte sich in Fig. 2, Taf. VIII die Grundsubstanz nur im Zellleib, aber noch nicht an der Polstelle bläulich mitgefärbt, so beobachtet man jetzt eine schwach bläuliche Färbung, die sich gleichmässig über den Zellleib und die Polstelle ausbreitet. Die

[1] Auf eine ausführliche Aufzählung musste ich verzichten. Eine Reihe diesbezüglicher Untersuchungen findet sich bei Goldscheider und Flatau (11) in Capitel III angeführt.

Vacuolen haben sich ganz ausserordentlich vermehrt. In ihnen trifft man nur noch selten Reste einer röthlichen Grundsubstanz an, wie sie beispielsweise in dem kleinen Zellabschnitt der Fig. 3, Taf. VIII im Innern einiger Vacuolen angedeutet sind. Die chromatischen Körner sind jetzt im Vergleich zu Fig. 2, Taf. VIII viel weniger zahlreich. Wo früher Körnerhaufen lagen, finden sich jetzt nur noch schmale Züge feinster Körnchen. In den Dendriten erscheinen die Nissl-Körper immer noch unverändert, dagegen zeigt der Axencylinderfortsatz eine auffallende Veränderung. Es treten in ihm ganz vereinzelt Reihen feinster, sich mit Methylenblau färbender Körnchen auf.

Die beschriebene Vacuolisirung war auch nach Fixirung des Lobus electricus mit Flemming'scher Lösung in ganz der gleichen Form auf die pathologische Seite beschränkt zu erhalten. Es konnte sich also nicht um eine Verfettung der Ganglienzellen, wie sie Koester (14) bei Schwefelkohlenstoffvergiftung beobachtete, handeln. Auf Taf. IX, Figg. 9 und 12 sind Zellabschnitte dargestellt, die so behandelten Präparaten entstammen. Die Axencylinder waren 12 Tage zuvor durchschnitten worden. In Fig. 9, Taf. IX zeigen sich nach Färbung mit Anilinwasser-Methylviolett nach Kromeyer (15) in der unregelmässigen netzartigen Grundsubstanz zahlreiche Fasern, dicker, klumpiger und intensiver gefärbt, was wohl auf Reste der hier sonst nicht mehr sichtbaren Nissl-Körper (vergl. die in gleicher Weise gefärbten normalen Zellen Taf. IX, Figg. 7 und 8 bezüglich der Grundsubstanz) zurückzuführen wäre. Ausserdem besitzt die Grundsubstanz in Fig. 9, Taf. IX zahlreiche Vacuolen, von denen die feinsten sich kaum von den normalen Gewebslücken unterscheiden. Endlich beobachtet man über den ganzen Zellleib vertheilt kleinste, mit Methylviolett sich dunkel färbende Körnchen (Neurosomen), deren Lage kein bestimmtes Verhältniss zu den Vacuolen aufweist. Theils liegen sie den letzteren an, theils liegen sie selbst innerhalb der Vacuolen, oder auch mitten innerhalb der normalen Grundsubstanz. In Fig. 12, Taf. IX ist eine Zelle desselben pathologischen Lobus nach Saffraninfärbung wiedergegeben. Die Nissl-Körper sind bei dieser Färbung nicht zu erkennen. Auch an diesem Präparat beobachtet man zahlreiche Vacuolen, von denen einige sogar mitten in der Polstelle rings von Neurosomen umgeben lagen. Die Anordnung der Neurosomen in Figg. 9 und 12, Taf. IX zeigt im Vergleich zu den normalen Zellen (Taf. IX, Figg. 10 und 11) keine charakteristischen Veränderungen.

Mit dem 11. Tag erscheint nun der Höhepunkt der Vacuolisirung des Zellleibes erreicht, während weiterhin das Schwinden der chromatischen Substanz noch fortschreitet. In Fig. 4, Taf. IX (17 Tage nach der Nervendurchschneidung) sind in dem ganzen Zellleib gewissermaassen nur noch feine blaue Spurlinien vorhanden von den Nissl-Körpern, welche früher

vielleicht jene Stellen einnahmen. Besonders bemerkenswerth erscheint, dass sich jetzt durchgängig in den Axencylinderfortsätzen zahlreiche blaue Körnerreihen finden, wie sie an normalen Zellen hier nie beobachtet werden. Andeutungen derselben waren bereits in Fig. 3, Taf. IX zu beobachten, 11 Tage nach der Durchschneidung.

Man könnte daran denken, dass jene Körnchen im Axencylinderfortsatz dem von Mönckeberg und Bethe (17) beobachteten Zerfall der Primitivfibrillen ihr Dasein verdanken. Nach diesen Forschern tritt aber der Zerfall derselben weit später auf. Zuvor ist an den Axencylindern der Verlust ihrer „primären Färbbarkeit" zu beobachten. Erst dann erfahren die Fibrillen in ihrem Verlauf spindelförmige Verdickungen und Verdünnungen und zerfallen schliesslich in Körner. Ich selbst (9) konnte beim Zitterrochen beobachten, dass an den Axencylindern, und zwar peripher von der Durchschneidungsstelle, die „primäre Färbbarkeit" erst um den 13. Tag schwindet. An den Fibrillenzerfall, und noch dazu im centralen Theil des Nervenstumpfes, war also am 11. und 17. Tage noch nicht zu denken. Ausserdem finden sich jene Körnchen nicht weit von der Zelle entfernt, nur im intracentralen Theile des Axencylinderfortsatzes. An der Austrittstelle des Nerven, also näher der Durchschneidungsstelle, waren keine Körnchen mehr nachzuweisen.

Es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass bei der Auflösung der chromatischen Substanz im Zellleib eine Flüssigkeitsströmung im Axencylinder peripheriewärts stattfindet, bei welcher eben jene Körnchen, sei es in Lösung, sei es ungelöst, ein Stück weit im Axencylinder fortgeschafft werden.

An einem, 22 Tage nach der Durchschneidung getödteten Zitterrochen (Taf. VIII, Fig. 5) ist der Zellleib ziemlich homogen violett gefärbt. Die Vacuolen sind jetzt fast völlig geschwunden, nur in der Randschicht sind Andeutungen derselben wahrnehmbar. Im Axencylinder fehlen die am 11. und 17. Tag beobachteten blauen Körnchen. Wie an den Zellen der Warmblüter, etwa vom 15. Tag, erfahren jetzt vielfach die Kerne eine Verschiebung gegen die Randpartie des Zellleibes. Doch ist dieses keineswegs bei allen Zellen der Fall. Die in der Taf. VIII, Fig. 5 auffallende excentrische Lage des Nucleolus ist nicht als etwas Pathologisches anzusehen, da man dasselbe Lageverhältniss auch an normalen Zellen findet (vgl. Magini, s. o.).

In Taf. VIII, Fig. 6 ist eine Zellgruppe aus der Mittellinie der elektrischen Lappen wiedergegeben, 37 Tage nach der Durchschneidung der Nerven der einen Seite. Man sieht, dass der Zellleib der pathologischen Zellen sich ganz homogen violett färbt, und ähnlich wie bei Taf. VIII, Fig. 5 (22 Tage) nur noch an der Zellperipherie einzelne Vacuolen zu erkennen

sind. Auch die Kerne sind jetzt viel weniger intensiv färbbar, doch treten in ihnen die Kernkörperchen noch immer durch stark blaue Färbung hervor. Es ist dieses das fortgeschrittenste Stadium, welches ich beobachten konnte. Ob die bei den Warmblütern beobachteten rückläufigen Veränderungen eintreten, muss ich dahingestellt sein lassen. Eine Beobachtung derselben wird grössere Schwierigkeiten darbieten, da die Thiere in der Gefangenschaft keine Nahrung zu sich nehmen, und bei dem geschilderten, äusserst langsamen Verlauf auch die Reparation sehr viel Zeit in Anspruch nehmen dürfte. Die bei den Warmblütern beobachtete Volumenzunahme des Zellleibes, wie sie hier dem Schwund der chromatischen Substanz parallel verlief, konnte ich an den Ganglienzellen des Lobus electricus nicht wahrnehmen.

Wie ich Eingangs erwähnte, zeigen die Ganglienzellen des elektrischen Lappens eine auffallende, geradezu schematische Uebereinstimmung in ihrem Bau und ihrem Reichthum an chromatophilen Elementen. Dem entspricht auch ganz die Gleichartigkeit ihrer Reaction auf die Nervendurchschneidung. Alle Zellen der einen Seite bis scharf zur Mittellinie zeigen die gleichen Veränderungen, ein Beweis dafür, dass alle Zellen in der gleichen Abhängigkeit von den Nervenfasern der Nervi electrici stehen, wir also kein zweites höheres Centrum im Lobus electricus selbst zu suchen haben. Weniger scharf als die Abgrenzung von rechts nach links [gegen die Enden zu sind die Lappen durch einen medianen Spalt überhaupt völlig geschieden (vgl. Fritsch (6)], scheint die Abgrenzung zwischen den Ursprungsgebieten der einzelnen Nervenstämme derselben Seite zu sein. An Uebergangsstellen zwischen dem Ursprung eines zuvor durchschnittenen Nerven und dem Ursprung des benachbarten normalen Nerven beobachtet man in zahlreichen Frontalschnitten, wie völlig normale Zellen mitten zwischen pathologischen Zellen liegen.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen der bis jetzt beschriebenen Reaction der motorischen Zellen der Warmblüter auf Nervendurchschneidung und der Reaction der Zellen des Lobus electricus der Zitterrochen besteht einmal in dem langsameren und äusserst gleichartigen Ablauf der beschriebenen Erscheinungen in allen Zellen. Andererseits sind die Erscheinungen selbst in mancher Beziehung andere als an den Zellen der Warmblüter. Wie bei diesen letzteren tritt zunächst eine Auflösung der chromatischen Schollen im Zellleib ein, die am besten als eine Zerstäubung bezeichnet wird. Ein bestimmter Ausgangspunkt dieses Processes von ein und demselben Theil der Zelle (Polstelle — Kernumgebung) ist nicht zu beobachten. Am längsten bleibt auch hier die chromatische Substanz in den Dendriten unverändert. Eine bei Warmblütern nicht beobachtete Erscheinung war das Auftreten zahlreicher chromatischer, feiner Körner im

Axencylinderfortsatz, zu einer Zeit, wo die Auflösung des Chromatins in der Zelle selbst weit fortgeschritten war. Während die Zellen der Warmblüter während des Zerfalls der Nissl-Körper eine Volumenzunahme erfuhren, war diese an unseren Ganglienzellen nicht zu beobachten. Dagegen trat eine bei Warmblütern nur nach sehr schweren Schädigungen der Zelle zu beobachtende hochgradige Vacuolisirung der Grundsubstanz auf.

Zum Schluss erlaube ich mir, der medicinischen Facultät der Universität Leipzig meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen für die Verleihung des Kregel-Sternbach'schen Stipendiums, durch welches ich in den Stand gesetzt war, das für die vorliegende Untersuchung nöthige Material mir in der Zoologischen Station zu Neapel im Herbst 1898 zu beschaffen.

Litteraturverzeichniss.[1]

1. Bethe, Ueber Primitivfibrillen in den Ganglienzellen vom Menschen und anderen Wirbelthieren. *Morphologische Arbeiten*. Herausgegeben von G. Schwalbe. 1898. Bd. VIII. S. 95—113.

2. A. Birch-Hirschfeld, Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen der Netzhaut unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen. v. Graefe's *Archiv*. 1900.

3. Buehler, Untersuchungen über den Bau der Nervenzelle. *Verhandlungen der physik.-med. Gesellschaft in Würzburg*. 1898. Bd. XXXI.

4. Cajal, Die Structur des nervösen Protoplasmas. *Monatsschr. f. Psychiatrie und Neurologie*. 1897. Bd. I. S. 165.

5. Dogiel, Die Structur der Nervenzellen der Netzhaut. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1895. Bd. XLVI. S. 395.

6. Fritsch, *Die elektrischen Fische*. Zweite Abtheilung: Die Torpedineen. Leipzig 1890.

7. Flesch, Bemerkungen über die Structur der Ganglienzellen. *Neurologisches Centralblatt*. 1886. S. 145.

8. Fischer, *Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas*. Jena 1899.

9. Garten, Beiträge zur Physiologie des elektrischen Organes der Zitterrochen. *Abhandl. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch.* 1899. Bd. XXV.

10. van Gehuchten, L'anatomie fine de la cellule nerveuse. *La cellule*. 1897. T. XIII. p. 313.

11. Goldscheider und Flatau, *Normale und pathologische Anatomie der Nervenzellen*. Berlin 1898.

12. Held, Beiträge zur Structur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. *Dies Archiv*. Anat. Abthlg. 1895, 1897 und 1897, Suppl.

13. Juliusburger, Bemerkungen zur Pathologie der Ganglienzelle. *Neurolog. Centralblatt*. 1896. S. 386.

14. Koester, Experimenteller und pathologisch-anatomischer Beitrag zur Lehre von der Schwefelkohlenstoffvergiftung. *Ebenda*. 1898. S. 493 u. *Archiv f. Psychiatrie*. Bd. XXXII. H. 2 u. 3.

15. Kromeyer, Oberhautpigment der Säugethiere. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1893.

16. v. Lenhossek, *Der feinere Bau des Nervensystems*. 1895. 2. Aufl. S. 159.

---

[1] Auf eine ausführliche Litteraturübersicht konnte hier um so eher verzichtet werden, als gerade in neuerer Zeit mehrfach diesbezügliche Zusammenstellungen der Litteratur vorgenommen worden sind. Beispielsweise von Ewing, Studies on ganglion cells. *Archives of Neurology and Psychopathology*. 1898. Vol. I. Nr. 3.

17. Mönckeberg und Bethe, Die Degeneration der markhaltigen Nervenfasern unter hauptsächlicher Berücksichtigung des Verhaltens der Primitivfibrillen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1899. Bd. LIV.

18. Magini, L'orientation des nucléoles des cellules nerveuses motrices dans le lobe électrique de la torpille à l'état de repos et d'excitation. *Archives ital. de Biologie.* T. XXII. p. 212.

19. Nissl, Ueber die Veränderungen der Ganglienzellen am Facialiskern des Kaninchens nach Ausreissung der Nerven. *Zeitschrift für Psychiatrie.* Bd. XLVIII. S. 117.

20. Rothmann, Ueber Rückenmarksveränderungen nach Abklemmung der Aorta abdominalis bei Hunden. *Neurologisches Centralblatt.* 1899. S. 61.

21. Reichenheim, Ueber das Rückenmark und den elektrischen Lappen von Torpedo. *Inaug.-Diss.* Heidelberg 1876.

22. Rhode, Ganglienzelle, Axencylinder und Punktsubstanz. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1895. S. 387.

23. M. Schultze, De structura cellularum fibrarumque nervearum. *Programm.* Bonnae 1868.

24. Derselbe, Stricker's *Handbuch der Gewebelehre.* 1870. Bd. I. S. 113.

25. Solger, *Medicinischer Verein zu Greifswald.* 1. Mai 1897.

26. Simmaro, citirt von Cajal (4).

27. Schaffer, Ueber Nervenzellveränderungen während der Inanition. *Neurolog. Centralblatt.* 1897. S. 832.

28. Derselbe, Ueber die Veränderungen der Ganglienzellen des Rückenmarkes. *Ebenda.* 1891. S. 232.

29. Derselbe, *Ebenda.* 1893.

30. Wagner, Wagner's *Handwörterbuch.* 1846. Bd. III. S. 378.

Erklärung der Abbildungen.
(Taf. VIII u. IX.)

Tafel VIII.

Fig. 1. Zwei normale Ganglienzellen nahe der Oberfläche aus dem Lobus electricus. Fixirung durch Sublimat, Färbung mit Erythrosin-Methylenblau nach Held. Gezeichnet mit Zeiss Apochr. 1·40. Compens. Ocular 6.

Fig. 2. Ganglienzelle 9 Tage nach Nervendurchschneidung. Fixirung, Färbung und Vergrösserung wie in Fig. 1.

Die Grundsubstanz hat (im Vergleich mit Fig. 1) einen mehr bläulichen Schimmer angenommen. In derselben finden sich, meist nahe der Peripherie der Zelle gelegen, kleinste und auch grössere rundliche oder spaltförmige helle Stellen, die theilweise mit einer zarten rothen, gerinnselartigen Masse angefüllt erscheinen. Die blau gefärbten Körnchen lassen nicht mehr die in Fig. 1 so deutlich hervortretende netzartige Vertheilung erkennen, sondern sind mehr diffus über die Zelle verbreitet. In den Protoplasmafortsätzen finden sich wie in der Norm vereinzelte Körnchenreihen. Im Axencylinderfortsatz ist noch keine Veränderung wahrzunehmen.

Fig. 3. Ganglienzelle 11 Tage nach Nervendurchschneidung. Fixirung in van Gehuchten'schem Gemisch, Färbung und Vergrösserung wie in Fig. 1.

Die Grundsubstanz ist deutlicher blau mitgefärbt, besonders an der Polstelle des Axencylinders. Die Vacuolen haben sich stark vermehrt und sind besonders zahlreich in dem kleinen daneben gezeichneten Zellabschnitt. Nur selten ist in ihnen noch ein rother gerinnselartiger Inhalt zu erkennen. Die blau gefärbten Körnchen sind jetzt weniger zahlreich und treten gegen die mehr bläulich gefärbte Grundsubstanz viel weniger deutlich hervor. Wo früher Körnchenhaufen lagen, sind gewissermaassen nur noch feine Spurlinien sichtbar. In den Dendriten sind die Nissl-Körper unverändert. Dagegen treten im Axencylinderfortsatz, wo bisher kein sich blau färbendes Körnchen zu entdecken war, vereinzelt kleinste Körnchen auf, welche die gleiche Färbung wie die Nissl-Körper des Zellleibes zeigen.

Fig. 4. Ganglienzelle 17 Tage nach Nervendurchschneidung. Fixirung, Färbung und Vergrösserung wie in Fig. 3.

Die Vacuolen im Zellleib finden sich nur noch in der Randzone und an der Polstelle. Der Schwund der Nissl-Körper ist noch weiter fortgeschritten. Im Axencylinder finden sich jetzt zahlreichere, blaue Körnchenreihen, weit mehr als in Fig. 3.

Fig. 5. Ganglienzellen 22 Tage nach Nervendurchschneidung. Fixirung in Sublimat, Färbung wie Fig. 1, gezeichnet mit Zeiss Apochr. 1·40, Ocular 1.

Der ganze Zellleib färbt sich jetzt ziemlich homogen violett. Die Vacuolen sind fast völlig geschwunden. Der Kern liegt jetzt häufig stark excentrisch.

Fig. 6. Gruppe von Ganglienzellen aus der Mittellinie, 37 Tage nach Durchschneidung der Nerven der einen Seite. Fixirung in Sublimat, Färbung wie in Fig. 1, gezeichnet mit Zeiss D, Ocular 1 und eingeschobenem Tubus.

Der Zellleib der pathologischen Zellen färbt sich ganz gleichmässig violett und lässt nur am Randtheil noch einzelne Vacuolen erkennen. Auch die Kerne nehmen im Vergleich zu den Kernen der normalen Seite nur schwach die Farbe an. Die Kernkörperchen färben sich aber noch deutlich.

Tafel IX.

Fig. 7. Normale Ganglienzelle. Fixirung in Flemming'scher Lösung, Färbung mit Anilinwasser-Methylviolett nach Kromeyer, gezeichnet mit Zeiss Apochr. 1·40, Compens. Ocular 12.

Bei dieser Färbung tritt sowohl die fibrilläre Längsstreifung im Axencylinder, als auch das äusserst feine, unregelmässige Netzwerk der von Nissl-Körpern freien Polstelle hervor. Im übrigen Zellleib sind die körnigen Nissl-Körper in unregelmässigen Häufchen und Zügen in das hier vielleicht etwas gröbere Netzwerk der Grundsubstanz eingelagert.

Fig. 8. Normale Ganglienzelle. Fixirung, Färbung und Vergrösserung wie in Fig. 7.

In den Nissl-Körpern treten hier besonders deutlich feinste helle Stellen („Körperchenvacuolen") hervor. Auch in dem nach oben gehenden, zart fibrillär gestreiften Protoplasmafortsatz finden sich einige chromatische Spindeln. Durch tief dunkle Färbung heben sich kleine runde Körnchen im oberen Theil der Zelle scharf von der Grundsubstanz und den Nissl-Körpern ab (Neurosomen).

Fig. 9. Ganglienzelltheil 12 Tage nach Nervendurchschneidung. Fixirung, Färbung und Vergrösserung wie in Fig. 8.

Die Nissl-Körper sind nicht mehr deutlich, dafür scheinen sich jetzt zahlreiche Fasern der netzigen Grundsubstanz dicker und klumpiger zu färben. In der Grundsubstanz treten viele helle, rundliche Stellen auf, von denen die kleinsten kaum von den normalen Maschenlücken zu unterscheiden sind. Die tief dunkel gefärbten Körnchen (Neurosomen) sind unregelmässig über die Zelle verstreut, von verschiedener Grösse, und liegen mehrfach den Vacuolen an, theilweise auch innerhalb derselben.

Fig. 10. Normale Ganglienzelle. Fixirung in Flemming'scher Lösung, Färbung mit Saffranin, Vergrösserung Zeiss Apochr. 1·40, Ocular 1.

Die Nissl-Körper treten bei dieser Färbung nicht hervor, dagegen heben sich die dunkel gefärbten Neurosomen scharf vom Grunde ab. Dieselben liegen über den bei der geringen Vergrösserung schwach granulirt erscheinenden Zellleib unregelmässig verstreut, sind aber an der Abgangsstelle des Axencylinders und in diesem zahlreicher angehäuft und bilden hier längere Körnchenreihen. Weiter von der Zelle entfernt treten im Axencylinder nur allerfeinste Körnchen auf. Zwischen *a*, *a* zeigen sich die gleichen Körnchenreihen in einem schmalen Protoplasmafortsatz, und bei *a*, *a* selbst scheinen zwei Körnchenreihen, ausserhalb der Zelle beginnend, auf den Zellleib überzugehen.

Fig. 11. Polstelle einer normalen Zelle. Fixirung und Vergrösserung wie in Fig. 10. Intensive Färbung der Körnchenreihen durch eine Combination der Heidenhain'schen Hämatoxylin- und der Methylenblaufärbung.

Bei *a* sieht man zwei Körnchenreihen von ausserhalb auf die Zelle übergehen. Im Axencylinder sind, wie auch in Fig. 10, die Körnchen kleiner und nur in wenigen Reihen sichtbar.

Fig. 12. Ganglienzelle 12 Tage nach Nervendurchschneidung. Fixirung, Färbung und Vergrösserung wie in Fig. 10.

Im Zellleib sind zahlreiche Vacuolen aufgetreten. Eine Veränderung in der Vertheilung der Neurosomen ist nicht festzustellen.

Die Entwickelung der Lymphknötchen in dem Blinddarm und in dem Processus vermiformis. Die Entwickelung der Tonsillen und die Entwickelung der Milz.

Von

J. Kollmann.

Bei den folgenden Erörterungen über die Entstehung der im Titel aufgeführten Organe wurde besonders die histogenetische Seite berücksichtigt, weil seit einigen Jahren Stimmen laut geworden sind, welche die Lymphknötchen des Darmes, die Tonsillen und die Milz nicht mehr wie früher aus dem Mesoderm, sondern aus dem Entoderm hervorgehen lassen. Ich halte es für zeitgemäss, zu dieser Frage Stellung zu nehmen, um durch Discussion die Entscheidung zu fördern.

Die drei Mittheilungen stammen aus einer grösseren Reihe von Untersuchungen, welche Beiträge zu der Entwickelung der Affen liefern werden.[1] Ich wollte diese Artikel jedoch nicht länger zurückhalten, welche für die mesodermale Herkunft der oben erwähnten Organe eintreten, und gleichzeitig die Stellung kennzeichnen, die ich in dieser Hinsicht auch in meinem Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte[2] eingenommen habe.

1. Die Lymphknötchen im Blinddarm und im Processus vermiformis.

Der Streit über diese Gebilde ist bekannt: Aus dem Epithel der Lieberkühn'schen Drüsen sollen Zellen der Lymphknötchen, also mesodermale Gebilde, entstehen, und Lymphknötchen sollen bald ganz, bald theilweise, beständig oder temporär aus Nachkommen der Entodermzellen

---

[1] Diese Beiträge werden in Kürze dem Druck übergeben.

[2] J. Kollmann, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte.* Jena 1898.

hervorgehen. An diesen Stellen des Darmrohres soll direct bei dem Embryo, bei dem Fötus, ja selbst bei dem Erwachsenen der Uebergang von Entoderm in Mesoderm stattfinden.

Der Process im Einzelnen ist nicht leicht zu verfolgen und noch weniger leicht zu deuten, weil nicht sofort die bekannten Mesodermzellen mit drei oder vier Fortsätzen auftreten, sondern zunächst Zwischenformen, die als Leukocyten bezeichnet werden. Nun finden sich rundliche Zellen, die man mit diesem Namen belegt, in allen Organen, sobald fötale Stadien untersucht werden, und deshalb vermögen die Anhänger der neuen Lehre überall auf solche Leukocyten hinzuweisen, die in der Nähe der Epithelzellen oder dazwischen gefunden werden, und können stets behaupten, die Leukocyten seien aus den Epithelzellen hervorgegangen. Die Theilungsfiguren innerhalb des Epithellagers werden als weitere Beweise herangezogen und dann scheint in den meisten Fällen die Angabe als unangreifbar festgestellt. Hören wir zunächst Retterer (88)[1], der mit einer Reihe von Arbeiten hervorgetreten ist: Epitheliale Zellen des Darmrohres gehen bei dem nahezu reifen Pferdefötus in mesodermale Zellen, d. h. in Leukocyten über. Lymphknötchen in den Mandeln und in den Peyer'schen Haufen werden von solchen Leukocyten theilweise gebildet, nicht ausschliesslich, denn Mesoderm ist an und für sich ja schon vorhanden. Alle diese Knötchen sind also aus zweierlei mesodermalen Gebilden zusammengesetzt: 1. aus solchen, die aus den Epithelzellen des Darmrohres entstanden sind, 2. aus solchen, die direct aus dem Mesoderm, der Splanchnopleura, hervorgingen. Dieses überraschende Phänomen soll bei Pferdeföten von nahezu 1 m Länge, ja selbst bei reifen Füllen, unmittelbar vor der Geburt noch zu beobachten sein. Nun müssen, nach meiner Meinung, jedem Embryologen doch theoretische Bedenken darüber auftauchen, dass die Natur in so verhältnissmässig später Zeit noch eine doppelte Methode besitzen soll, Mesoderm herzustellen. Man sollte glauben, die Splanchnopleura besitze hinreichende Kräfte, um den Bedarf an Leukocyten zum Aufbau der Lymphknötchen zu decken. Ueberdies muss man sich erinnern, dass die Differenzirung der Keimblätter bei reifen Früchten dieser Art doch einen sehr hohen Grad erreicht hat und dass aus diesem Grunde die Unwahrscheinlichkeit solcher Umwandlungen beträchtlich gesteigert ist. Allein Retterer hat gesehen, dass Verlängerungen der Lieberkühn'schen Drüsen in die Tiefe der Mucosa hineinwachsen und dort Seitenzweige treiben, die sich dann abschnüren. Das ist richtig und auch von Anderen bestätigt. Dann aber berichtet der Autor weiter: Die abgeschnürten Epithelmassen

---

[1] Die Zahlen hinter den Autornamen bedeuten das Jahr der Arbeit. Vor derselben ist „18" zu ergänzen.

wandelten sich, durch wiederholte Theilung ihrer Elemente in Leukocytenhaufen um, die dann von einem Bindegewebsnetz durchdrungen und gesprengt werden. Wir wollen diese letztere Angabe oder Deutung später kritisch betrachten; ich gebe jetzt anmerkungsweise den französischen Text eines Retterer'schen Satzes, um zu beweisen, dass die Ansicht des Autors bezüglich der doppelten Herkunft der Lymphknötchen richtig aufgefasst ist [1] und wende mich zu einem anderen Forscher, der weit über Retterer hinausging.

Rüdinger (91, 95) will bei fünf Enthaupteten beobachtet haben, wie Zellen der Lieberkühn'schen Drüsenenden sich umändern und den Zellen der Lymphknötchen sich beimischen, die in den Knötchen des Wurmfortsatzes sich dicht in der Nähe befinden; das Drüsenlumen gehe verloren, die Tunica propria verschwinde, die Grenze verwische sich und die Drüse gehe schliesslich in dem Solitärknötchen vollständig auf. Diese Angaben wurden von Stöhr auf dem Anatomencongress in München zurückgewiesen, aber v. Kupffer bemerkte erläuternd, es handle sich um periodische Processe: Lieberkühn'sche Drüsen gingen bei dem Menschen zu Grunde, um sich später wieder zu bilden. Die Kupffer'sche Mittheilung ist beinahe noch einschneidender, wenn man genauer überlegt, was in dem Ausdruck „temporär" liegt: Organe, von dem Range complicirter Drüsen, wie die Darmdrüsen denn doch sind, würden nach dieser Angabe verschwinden, um wieder neu zu entstehen, aber während ihres Ueberganges Lymphknötchen bilden; die Entodermzellen würden ihre bisherigen Eigenschaften verlieren, sich umbilden und als lymphoide Zellen mit ganz anderen physiologischen Aufgaben fortleben. Es träte ein völliger Functionswechsel ein, nicht allein während des ersten fötalen Lebens, sondern selbst bei dem Erwachsenen. Zwei andere Forscher, v. Davidoff und Klaatsch, sind in der Hauptsache v. Kupffer's Ansicht: Darmepithel betheiligt sich nach ihrer Auffassung an der Herstellung der Lymphknötchen. Die verschiedenen Abstufungen ihrer Ansichten kann ich hier nicht wiedergeben, ohne diese Erörterungen in's Maasslose auszudehnen, das Entscheidende liegt darin, dass diese Autoren meist histologische Umwandlung zwischen den Nachkommen des Entoderms und des Mesoderms annehmen.

Meine eigenen Beobachtungen stehen mit diesen eben mitgetheilten Angaben in Widerspruch, auch hat mich der Anblick der Präparate Retterer's, die er auf dem Anatomencongress in Basel vorgelegt hat, durchaus nicht überzeugt. Sie verlangen eine andere Deutung. Retterer und Rüdinger wurde seit dem Münchener Congress mit Recht von Stöhr,

---

[1] „Le tissu folliculaire est donc composé d'éléments épithéliaux et d'éléments mesodermique ou conjonctifs."

Tomarkin, Czermack (93) und Küchenmeister entgegen gehalten, dass sie durch falsche Schnittrichtung und dergleichen getäuscht wurden. Die isolirten Epithelmassen der Lieberkühn'schen Drüsen, die in dem Mesoderm der Mucosa zu finden sind, seien nicht durch einen physiologischen Process „abgeschnürt", sondern durch das Mikrotommesser abgeschnitten worden. Die Enden der Lieberkühn'schen Drüsen verlören zu keiner Zeit ihren Zusammenhang mit dem Oberflächenepithel und zu keiner Zeit verschwinde die scharfe Abgrenzung gegen die Lymphknötchen. Ich habe Präparate von Hingerichteten und Selbstmördern, dann von Katzen und Kaninchen untersucht und kann die Erfahrungen der eben genannten Beobachter nur bestätigen. Mit Serien gut geführter Schnitte und einer Dicke von 10 μ entgeht man grösstentheils jenen Schwierigkeiten, an denen Retterer und Rüdinger gescheitert sind. Immerhin ist zu berücksichtigen, dass mit Serien und gut fixirten Präparaten noch nicht alle Schwierigkeiten beseitigt sind.[1]

Ist das Ende einer Lieberkühn'schen Drüse nicht abgeschnitten, sondern nur (tangential) angeschnitten, so kann ein solcher Anschnitt unter Umständen recht überzeugend ein junges Lymphknötchen vortäuschen, das dicht an den Zellen der Lieberkühn'schen Drüse sich befindet. Dann geschieht es ferner, dass einige Epithelzellen isolirt und in das Bindegewebe eingebettet scheinen. Unter solchen Umständen fehlt auch die scharfe Grenze zwischen Bindegewebe und Epithel, weil die Grenzmembran in der Flächenansicht nicht zu sehen ist. Diese Schwierigkeiten sind durch Czermak (93) gut geschildert worden und dort ist noch Genaueres hierüber zu finden. Ich will nur hinzufügen, dass gerade die feinsten Schnitte in solchen Fällen verhängnissvoll werden, weil Epithelzellen mit und ohne Kerne im Querschnitt sichtbar sind und dann aussehen können wie ein Häufchen Lymphkörperchen. Ist der Beobachter von der Ueberzeugung durchdrungen, dass die Keimblätter in ihrer histogenetischen Bedeutung überschätzt werden, dann beurtheilt er nicht nur diese Anschnitte der Drüsen falsch, sondern ihm drohen noch weitere Gefahren für eine unparteiische Deutung der Befunde. Die Lymphknötchen umschliessen bei ihrem Wachsthum bekanntlich Alles, was ihnen in den Weg kommt: Arterien, wie allgemein in der Milz zu sehen; die Enden der Lieberkühn'schen Drüsen, Bündel der Muscularis mucosae u. dergl. m. Wenn nun das Endstück einer Lieberkühn'schen Drüse von einem Lymphknötchen umschlossen wird und dann gar noch Leukocyten durch

[1] Für mich waren besonders Präparate lehrreich, bei denen die Lymphknötchen bis an die Oberfläche der Schleimhaut hinaufgerückt waren, wie sie z. B. einer meiner Schüler, Fritz Hoffmann (78), an dem Darm eines Hingerichteten beschrieben hat, und wie sie neuerdings Stöhr (98) ebenfalls erwähnt.

Invasion zwischen die Zellen der Darmdrüse gewandert sind, so kann der Eindruck eines „Keimcentrums“ entstehen. Sind dann Drüsenende (also Entoderm), Bindegewebe und Lymphkörperchen auf diese Weise mit einander verwebt, so wird von den Gegnern der Fund so gedeutet, als ob die Epithelzellen eben im Begriff wären, sich in Leukocyten umzuwandeln, weil es aussieht, als ob hier die Geburt von Mesodermzellen aus dem unteren Drüsenende stattfinde. Aber nach meiner Ansicht sind ganz andere Kriterien nothwendig, als die blosse Nachbarschaft der einzelnen erwähnten Gebilde, um einen solch weittragenden Schluss zu gestatten. Vor Allem ist zu bedenken, dass Leukocyten zwischen die Epithelzellen der benachbarten Drüse hineinwandern, dass also das Auffinden dieser gewanderten Zellen nicht auch ihre Entstehung zwischen den Epithelien beweist. Hier entscheidet der Standpunkt des Beobachters willkürlich in einem gegen die Histogenesis der Keimblätter gerichteten Sinn. Das ist z. B. bei Davidoff (87) der Fall. Trotz tadellosen Materiales, das er untersucht hat, und einer tadellosen Technik, welche, wie aus seinen Figuren hervorgeht, ganz scharfe Bilder liefert, entscheidet er sich für die Umwandlung von Epithelzellen in Leukocyten im Processus vermiformis, weil an einer kleinen Stelle des Drüsenendes ein Schwund der Basalmembran auftritt und dadurch die scharfe Abgrenzung der Theile fehlt, die nur einige Mikra entfernt an dem nämlichen Drüsenende doch vorhanden ist. Ich entscheide nach der Mehrzahl der Fälle, nach der „Regel“, und diese spricht für die Existenz einer Basalmembran, die, an den meisten Drüsenenden nachweisbar, die Wanderzellen nach meiner Ansicht in beiden Richtungen passiren lässt. Davidoff legt den Werth auf das Fehlen der Basalmembran an einer kleinen Stelle, er meint, hier wäre eine Bresche gelegt und durch dieselbe zögen die Umwandlungsproducte ungehindert hindurch. Ich interpretire anders. Nach meiner Erfahrung bieten Basalmembranen der Art an sich kein Hinderniss für den Durchtritt von Leukocyten und dann nehme ich an, dass irgend eine capriciöse Laune der fixirenden Reagens oder der Schnittrichtung, des Druckes, oder der Lichtbrechung die Basalmembran auf eine kurze Strecke hin undeutlich gemacht habe, weil an anderen Stellen derselben Drüse diese Membran doch vorhanden ist. Wenn uns eine aussergewöhnliche Erscheinung entgegentritt, wie die Umwandlung von Epithelien in mesodermale Zellen, dann ist die allerstrengste Kritik der Präparate nach dem ganzen Zustande unserer heutigen Erfahrungen unerlässlich.

Ich sehe in dieser letzteren Hinsicht als Ergebniss unserer Erfahrungen über Histogenesis Folgendes an: Bei dem Menschenembryo der 6. Woche ist die Differenzirung der einzelnen Gewebe im Bereich des Darmcanales vollendet: Epithel liefert nur Epithel, Bindesubstanzen liefern nur Bindesubstanzen; in entwickelungsgeschichtlicher Termi-

nologie ausgedrückt lautet der Satz: Entoderm liefert nur Entoderm, Mesoderm liefert nur Mesoderm. Bei dem 9 mm langen Embryo eines Schlankaffen (Semnopithekus presbytes), den ich später abbilden werde, ist das primitive Darmrohr innen von einer Entodermschichte begrenzt und aussen von Mesoderm. Eine scharfe Linie trennt die Derivate des inneren und des mittleren Keimblattes auf der ganzen Strecke. Nirgends findet eine Umwandlung der einen Zellenart in die andere statt, jede bleibt schon von dieser frühen Stufe an dauernd getrennt. Dieser Embryo entspricht in der Ausbildung ungefähr dem einer sechswöchentlichen menschlichen Frucht. Die nämliche scharfe Abgrenzung von Entoderm und Mesoderm zeigen gleich entwickelte Embryonen von Kaninchen, Maulwurf, von der Ente, dem Hühnchen und der Eidechse und ebenso ältere Stufen. Diese Thatsache scheint mir der Beachtung werth, denn es steigert sich die Unwahrscheinlichkeit, dass aus Entoderm jemals im späteren Leben Mesoderm hervorgehe, wenn schon in so früher embryonaler Periode die Derivate beider Keimblätter vollkommen getrennt sind, und wenn durch mehrere Entwickelungsstufen hindurch diese Derivate stets scharf getrennt bleiben. Dieses wichtige Verhalten der Keimblätter ist an den Figg. 1 bis 4 abgebildet.

Obwohl Stöhr in seinen unten citirten Arbeiten immer neue Gegenbeweise gehäuft hat, deren Richtigkeit ich durch die Vergleichung seiner Präparate mit meinen eigenen unbedingt anerkenne, hat dennoch Retterer auf dem Anatomencongress in Gent seine Sätze nicht nur wiederholt, sondern sogar verschärft, wenn er angiebt, dass sich in allen Perioden des Lebens epitheliale Membranen (des Darmrohres) in adenoides Gewebe umwandeln. Sie sollten dabei dem Organismus nicht nur Leukocyten, sondern auch Plasma liefern, das aus dem Protoplasma der Epithelzellen stammt.

Soweit der Bericht die Discussion wiedergiebt, ist keine einzige Bemerkung zu Gunsten dieser Ansicht gefallen. Weder Schaffer, noch van der Stricht, Hans Rabl oder de Bryne (97) haben zugestimmt, sondern mit Nachdruck auf die Wanderung der Leukocyten aus den Lymphknötchen durch das Darmepithel hingewiesen, um damit gleichsam zu betonen, dass dieses Verhalten bei dem schon oft behaupteten Uebergang von Epithelzellen in Leukocyten noch nicht hinreichend berücksichtigt worden sei. Ferner wurde an die Untersuchungen Flemming's erinnert, welche die Wanderung der Leukocyten in allen Einzelheiten festgestellt haben.

Das Ergebniss dieser vorliegenden Untersuchungen und Beobachtungen lässt sich dahin zusammenfassen, dass bisher nicht die geringste genetische Beziehung zwischen Epithel und Leukocyten nachgewiesen werden konnte.

Leukocyten, die zwischen den Epithelzellen der Lieberkühn'schen Drüsen gefunden werden, sind, wie jetzt sicher festgestellt ist, aus den Lymphknötchen ausgewandert. Die Lieberkühn'schen Drüsen sind gegen die Submucosa hin in der Regel scharf durch eine Basalmembran abgegrenzt. Das Fehlen derselben an einzelnen Stellen giebt keinen Anhaltspunkt für die weitgehenden Schlussfolgerungen der Gegner. Weder einzelne Epithelzellen, noch Stücke von Lieberkühn'schen Drüsen geben ihre Verbindung mit dem Oberflächenepithel auf, um einen Bestandtheil der Lymphknötchen zu liefern.

Eine Rückbildung von Lieberkühn'schen Drüsen im Processus vermiformis des menschlichen Fötus ist von Retterer und Stöhr beobachtet, allein ich finde, wie Stöhr, dass die Rückbildung erfolgt, ohne dass irgend welche genetische Beziehungen zu Leukocyten bemerkbar werden. Die Leukocyten stammen aus dem Mesoderm bei dem Embryo, dem Fötus und dem Erwachsenen.

Litteraturverzeichniss.

Die Arbeiten sind alphabetisch geordnet. Die Zahlen vor den Autornamen bedeuten das Jahr der Arbeit. Vor derselben ist „18" zu ergänzen.

98. Boehm und v. Davidoff, *Lehrbuch der Histologie des Menschen.* Wiesbaden. 2. Auflage. — S. 179 sind die Beziehungen der lymphoiden Gewebe zu dem Darmepithel sehr vorsichtig hervorgehoben, nur bei den Tonsillen ist der Uebergang einer Zellenform in die andere als eine Wahrscheinlichkeit betont.

93. N. Czermack, Einige Ergebnisse über die Entwickelung, Zusammensetzung und Function der Lymphknötchen der Darmwand. *Archiv für mikrosk. Anatomie.* Bd. XLII. S. 581.

87. M. v. Davidoff, Untersuchungen über die Beziehungen des Darmepithels zum lymphoiden Gewebe. *Ebenda.* Bd. XXV. S 495.

78. Fr. Hoffmann, Die Follikel des Dünndarmes beim Menschen. *Inaug.-Diss.* München.

87. Adr. Garbini, Note istiologiche sopra alcune parti dell' apparechio digerente nella cavia e nel gatto. *Acad. di agricoltura asti e commercio di Verona.* Vol. LXIII. — Diese Abhandlung war mir nicht erreichbar; ich citire nach v. Davidoff, der den Autor unter den Gegnern seiner Anschauung hervorhebt.

93. Klaatsch, Ueber die Betheiligung von Drüsenbildungen am Aufbau der Peyer'schen Plaques. *Morphol. Jahrb.* Bd. XIX.

88. Retterer, Origine et évolution des amygdales chez les Mammifères. *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*

91. Derselbe, Origine et développement des plaques de Peyer chez le lapin et le cobaye. *Compt. rend. de la Société de Biologie.* Paris.

92. Derselbe, Du tissu angiothelial des amygdales et des plaques de Peyer. *Ebenda.* Paris. p. 1.

95. Retterer, Sur l'origine des follicules clos du tube digestif. *Anatomischer Anzeiger*. Verhandlungen des Congresses in Basel. S. 30 ff. Ebenda Discussion: Stöhr, v. Kölliker, Stieda, Waldeyer, v. Kupffer, His, Klaatsch, Nussbaum.

97. Derselbe, Histiogenèse du tissu réticulé aux dépens de l'épithélium. *Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft*. XI. Versammlung in Gent. Mit Discussion der Hrrn. Venneman, van der Stricht, Hans Rabl, de Bruyne und Waldeyer.

91. N. Rüdinger, Ueber die Umbildung der Lieberkühn'schen Drüsen durch die Solitärfollikel im Wurmfortsatz des Menschen. *Sitzungsber. der Münchener Akad., math.-naturw. Classe*. München 1892. Bd. XXI. S. 121.

95. Derselbe, Umwandlung der Lieberkühn'schen Drüsen durch Leukocyten beim Hunde. *Ebenda*. München 1896. Bd. XXV.

84. Ph. Stöhr, Ueber Mandeln und Balgdrüsen. Virchow's *Archiv*. Bd. XCVII.

97. Derselbe, Ueber die Entwickelung der Darmlymphknötchen. *Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft*. XI. Versammlung in Gent. Mit Discussion der Hrrn. Klaatsch, Stieda, Stöhr, Retterer, Schaffer.

97. Derselbe, Ueber die Rückbildung von Darmdrüsen im Processus vermiformis des Menschen. *Ebenda*. Mit Discussion der Hrrn. Schaffer und v. Kölliker.

98. Derselbe, Ueber die Entwickelung der Darmlymphknötchen und über die Rückbildung von Darmdrüsen. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. LI.

---

2. Die Tonsillen.

Im Bereich der Tonsillen soll die specifische Natur der Keimblätter aufgehoben sein. Retterer ist auf Grund ausgedehnter Untersuchungen zu dem Resultat gelangt, dass Zellen epithelialen Ursprunges zur Bildung der geschlossenen Follikel beitragen. Ihre, der Follikel, Zellen stammten nämlich von epithelialen Knospen, die sich zu lymphoiden Zellen umbildeten. Der Vorgang soll in folgender Weise ablaufen: Das Epithel der Oberfläche des Kopfdarmes treibt Sprossen in das Mesoderm. Diese Epithelsprossen werden später durch Bindegewebe umschlossen, vollkommen von dem Epithel getrennt und in Lymphknötchen umgewandelt. Die Entwickelungsgeschichte der Tonsillen lehrt Folgendes: Sie treten im dritten Monat auf, also zu einer Zeit, in der die Differenzirung aller embryonalen Zellen schon einen hohen Grad erreicht hat. Für fernerstehende Kreise darf man wohl betonen, dass die embryonalen Gewebe niemals und auch nicht am Ende des 3. Monates einer unbestimmten, schleimähnlichen Masse gleichen, sondern dass der Gegensatz zwischen Entoderm und Mesoderm scharf, unverkennbar hervortritt. Die menschliche Tonsille ist bei ihrem Entstehen eine von dem geschichteten Plattenepithel der Mundhöhle bedeckte, seichte Vertiefung. Spalten existiren Anfangs noch nicht, sie entstehen allmählich dadurch, dass zuerst hohle, später (4. Monat) solide Epithelsprossen in die Tiefe des Bindegewebes hineinwachsen.

Ich übergehe die weiteren Einzelheiten des Vorganges, die Retterer und Stöhr ausführlich geschildert haben. Ueber das Auftreten der Epithelsprossen und ihre Beschaffenheit besteht keinerlei Streit. Die Gegensätze treten hervor, sobald es sich um die Schilderung der weiteren Ausgestaltung dieser Epithelsprossen handelt. Retterer sieht nämlich die structurlose Membran zwischen diesen Sprossen und dem umgebenden Mesoderm unsichtbar werden, verschwinden, die Epithelsprossen in unmittelbare Berührung mit dem Bindegewebe gelangen, sich abschnüren, endlich Lymphknötchen daraus hervorgehen. Dieses adenoide Gewebe sollte also durch Penetration von Ektoderm in Mesoderm entstehen.[1] Ganz anders Stöhr; er sieht die Basalmembran zwischen Epithelsprossen und Bindegewebe niemals schwinden, die Zellen dieser Sprossen also niemals direct mit dem Bindegewebe in Berührung kommen, und die Lymphknötchen ohne Betheiligung dieser Sprossen entstehen. Die Lymphknötchen sind nach ihm ausschliesslich Bildungen des Mesoderms, wie dies schon früher gelehrt wurde, als His, Frey u. A. das adenoide Gewebe feststellten und seine Beziehungen zu den Lymphknötchen aller Art aufklärten.

Meine eigenen Untersuchungen, namentlich an menschlichen Präparaten, an Neugeborenen, an 3- bis 4jährigen Kindern und an Erwachsenen führen mich dahin, der Darstellung Stöhr's unbedingt beizutreten. Ich kann die Verhältnisse allerdings ebenso sehen wie Retterer, allein durchaus nicht in seinem Sinne deuten. Die Epithelsprossen, die an der Stelle der späteren Tonsille in die Tiefe des Bindegewebes eindringen, sind nur, im frühesten Beginne, wie die Drüsenenden des Blinddarmes abgerundet; auf einer bestimmten Stufe theilen sie sich, dann bekommen sie eckige, unregelmässige Fortsätze und ziehen dabei in verschiedenen Richtungen durch das junge Bindegewebe, das aus spindelförmigen Zellen und aus solchen mit drei und mehr Ausläufern besteht. In diesem embryonalen Bindegewebe gibt es bei dem Neugeborenen wie dem Erwachsenen arterielle und venöse kleine Gefässe, die namentlich bei Neugeborenen und Kindern des ersten Jahres auf dem Querschnitt recht überraschend aussehen. Wurde mit Carmin gefärbt, so sehen diese 30 bis 40 μ grossen Querschnitte mit ihren rundlichen Kernen in der Wandung, mit einer zellenreichen Adventitia und den dichter gefügten Bindegewebszellen seltsam aus und es erfordert eingehende Betrachtung auch der vorhergehenden und der folgenden Schnitte, um die zutreffende Entscheidung zu finden. Die Angabe, dass in dem erwähnten Bindegewebe der Tonsillen Gefässquerschnitte vorkommen, erscheint selbstverständlich, aber es macht bisweilen doch recht

[1] Ich gebrauche hier den Ausdruck adenoid, der uns geläufig ist. Retterer nennt die Lymphknötchen angiothelial, ein aus ἄγγειον, Gefäss, und epithelial, epithelartig, zusammengesetztes Wort.

ansehnliche Schwierigkeiten, die Diagnose ebenso schnell auszuführen, als dieselbe sich später auf dem Papier ablesen lässt. Ich will nicht verhehlen, dass ich im Anfange oft Mühe hatte, an Gefässquerschnitte zu glauben; das mag theilweise mit der specifischen Beschaffenheit des Objectes, mit der Füllung der Gefässe mit Blut und dergleichen zusammenhängen, genug, ich glaube, Gefässquerschnitte sammt der nächsten Umgebung können bisweilen irreführen.

Eine besondere Schwierigkeit bieten natürlich die Epithelsprossen, die wegen ihrer verschiedenartigen Lage oft in seltsamen Formen angeschnitten und durchgeschnitten werden, bald einen Zusammenhang mit Nebensprossen aufweisen, bald aber isolirt im Bindegewebe liegen. Es erfordert der Nachweis ihrer Herkunft recht grosse Sorgfalt, und wer zur Annahme hinneigt, dass hier kleine Nester von Leukocyten aus Epithelzellen hervorgegangen sind, der kann unschwer auf den Gedanken kommen, er habe gerade hier eine Stelle gefunden, an der die histogenetische Rolle der Keimblätter aufgehoben ist. Liegen dem Beobachter Präparate von Neugeborenen vor, dann fällt für die richtige Deutung der günstige Umstand in die Waagschale, dass eine Anhäufung von Lymphkörperchen nicht vor dem Schlusse des ersten Jahres gefunden wird. Aber es sind noch andere Umstände, welche bei der Beurtheilung der Frage in Betracht kommen, ob hier Leukocyten aus Epithel hervorgehen, oder ob sie aus dem Mesoderm nur durch das Epithel hindurchwandern. Diese Umstände liegen, wie ich glaube, in der Verschiedenheit der wissenschaftlichen Vorstellungen oder der Gesichtspunkte. Retterer erklärt, er stehe auf dem Standpunkte seines Lehrers Robin, der schon im Jahre 1864 die Ansicht hatte, die specifischen Elemente der Lymphdrüsen besässen alle Eigenschaften der tiefen Epithelschichte, welche die Wand der Drüsen umgiebt. „Nach Robin haben seine Schüler Pouchet und Tourneux ebenso wie Cadiat die epitheliale Natur der Elemente bestätigt, die in dem Netz des Lymphdrüsengewebes vorkommen“ (85, S. 450). Dieser Passus lässt die Auffassung Retterer's historisch verstehen, besonders da er noch hinzufügt, dass alle andere Histologen, sowohl in Frankreich als im Auslande, entgegengesetzter Ansicht seien. Sie betrachteten die Leukocyten als mesodermal. Ich brauche nach der eigenen Darlegung Retterer's nicht weiter auszuführen, dass die Histologie der Lymphdrüsen seit mehr als einem Vierteljahrhundert auf einem ganz anderen Boden steht, als seiner Zeit Robin, und dass es nunmehr verständlich ist, wenn Retterer gegen die Anschauungen der ganzen übrigen wissenschaftlichen Welt Front macht.

Wer noch heute Epithelien unter der Tunica propria der Lymphdrüsen zu sehen glaubt, der wird nach der Herkunft derselben fragen und schliesslich zu Deutungen gelangen, welche oben als falsch zurückgewiesen wurden.

Es wird wohl völlig wirkungslos sein, gegen Retterer mit Thatsachen, die in Präparaten und in guten Abbildungen niedergelegt sind, anzukämpfen, denn unser Standpunkt ist allzu verschieden und ein Ausgleich geradezu unmöglich.

Bei unserem französischen Collegen fehlt vor Allem auch die Tradition von der Wanderung der Leukocyten durch die Epithellager und die Berücksichtigung der grossen Tragweite dieser Thatsache. Wer von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt ist, entgeht, wie ich glaube, der Gefahr, zwischen dem Epithel einer Schleimhaut und den darunter liegenden Follikeln eine andere Beziehung feststellen zu wollen, als jene, die durch eben solche Wanderung gegeben ist. Sie findet im Gebiete des ganzen Darmrohres statt. Es ist schon in den sechziger Jahren festgestellt worden, dass Leukocyten aus dem Zottenparenchym durch das Darmepithel in das Darmlumen auswandern. Eine ganze Schaar von Beobachtern hat sich mit diesem Process beschäftigt, ich nenne nur einige Namen: Eimer, Arnstein, Dolkowsky, Machate, Frankenhäuser, Rauber, Bonnet, Toldt, Flemming, und die Lehrbücher haben diese Thatsache aufgenommen. Die nämliche Art der Wanderung kommt auch bei niederen Wirbelthieren vor. Die Auswanderung von Leukocyten an der Spiralklappe der Selachier ist geradezu als massenhaft bezeichnet worden (Edinger). Dasselbe ist bekanntlich auch bei dem Menschen im Bereiche der Tonsillen der Fall (Stöhr). Getreue Abbildungen über diesen Vorgang liegen genug vor und die Ueberzeugung von der Richtigkeit des angegebenen Sachverhaltes ist wegen der Häufigkeit der Beobachtung eine allgemeine geworden. Kommen nun bei der Tonsille im Inneren des Oberflächenepithels dichte Züge von Leukocyten bei Menschen oder Säugern vor, so darf man sich der Erfahrung nicht verschliessen, dass hier Leukocyten, also Gebilde des Mesoderms, durch die Schichten des Oberflächenepithels allmählich hindurchziehen, um bei dem Schluckact den Weg nach dem Magen nehmen zu müssen. Nach den Auseinandersetzungen Retterer's scheint es mir, als ob er die eben geschilderte Wanderung beständig im entgegengesetzten Sinne deute, als ob er beharrlich die in das Epithel hinaufgewanderten Leukocyten umgekehrt als herabsteigende auffasse.

Es ist gleichgültig, ob man die Tonsillen von Menschen oder anderen Säugern, ob junge oder ausgewachsene, untersucht, man darf bei der Deutung der in einem Schnitt enthaltenen Einzelnheiten weder die Wanderung der Leukocyten, noch die Epithelsprossen in ihren verschiedenen Formen, noch die Querschnitte der Blutgefässe, die oft sehr absonderlich aussehen, aus dem Auge lassen.

Ich schliesse, indem ich meine Auffassung wiederhole, die dahin geht, dass in den Tonsillen keine Umwandlung von Epithelsprossen in Leukocyten

stattfindet. Abgesehen von den schon in dem früheren Abschnitte angeführten Beobachtern: Stöhr, Tomarkin, Czermack und Küchenmeister nenne ich noch Gulland. Damit sind mehrere Zeugen aufgeführt, welche alle durch ihre Untersuchungen dafür eintreten, dass im Bereiche der Tonsillen nirgends das Gesetz von der specifischen Natur der Keimblätter aufgehoben ist.[1]

Litteraturverzeichniss.

Ich citire lediglich jene Arbeiten, welche für die Streitfrage von Belang sind. Abgesehen von den folgenden Nummern sind auch jene des ersten Artikels zu beachten, denn in der Regel wird auch über die Tonsillen darin verhandelt.

91. Gulland, The development of adenoid tissue with special reference to the tonsil and thymus. *Reports Royal College of Physicians Edinbourgh.* Vol. III.

95. Küchenmeister. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Darmlymphknötchen. *Inaug.-Diss.* Rostock.

90. Stöhr, Ueber die Mandeln und deren Entwickelung. *Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte.* XX. Jahrg.

91. Derselbe, Die Entwickelung des adenoiden Gewebes, der Zungenbälge und der Mandeln des Menschen. *Festschrift* für K. W. v. Nägeli und A. v. Kölliker. Zürich.

Czermack, Davidoff, Klaatsch, Retterer, Rüdinger, a. a. O.

---

3. Die Milz.

Die frühere Auffassung von der Entwickelung der Milz ging dahin, dass im Visceralblatt des Peritonaeums die erste Anlage beginne. Daraus schloss man, dass das Mesoderm das Zellenmaterial liefere. Neuerdings gilt aber bei Manchen die Milz als ein Derivat des Entoderms. Die Litteratur für und wider kann in zwei Perioden getheilt werden, in eine ältere Periode, in der die Entstehung des Organes noch unberührt von der Streitfrage über die Bedeutung der Keimblätter erforscht wurde, und in eine jüngere Periode, in welcher die frühere Annahme in Zweifel gezogen ist und die Autoren Stellung nehmen auf Grund ihrer Untersuchung, um sich entweder für die Entstehung aus dem Mesoderm oder für die aus dem Entoderm zu entscheiden. Ich führe aus der älteren Periode nur einige Namen auf, um damit wenigstens zu zeigen, wie zahlreich und wie vielseitig die Frage nach der Entstehung der Milz studirt wurde.

[1] Die Arbeit von Czermack ist in dem anatomisch-biologischen Institut der Universität Berlin (Prof. Dr. O. Hertwig) ausgeführt worden. Die Arbeit von Küchenmeister ist von weil. Prof. Dr. A. v. Brunn in Rostock angeregt worden. Tomarkin hat unter Prof. Dr. Stöhr gearbeitet.

Peremeschko (67) untersucht an Embryonen vom Schwein; W. Müller bei Fischen, Fröschen, Salamandern, Schildkröten, Vögeln und Säugethieren;[1] Kölliker (79) bei Mensch und Kaninchen; Phisalix (85) bei einem Selachier (Acanthias vulg.); His (80—85) hat die Entwickelung bei den Menschenembryonen von 7·5 mm Länge untersucht; Toldt (89) hatte nicht nur eigene Schnittserien menschlicher Embryonen zur Verfügung, sondern auch solche von Hochstetter und Paltauf hergestellte Reihen von menschlichen Embryonen von 6 bis 14 mm Nacken- bezw. Scheitelsteisslänge; der jüngste hatte ein Alter von 30 Tagen. Toldt bezeichnet nun nicht allein das Mesoderm des Mesogastriums als die Ursprungsstelle der Milz, sondern legt noch einen besonderen Nachdruck auf das ebendort vorhandene Coelomepithel.

Die Zellen des Coelomepithels sollen, und zwar von Anfang an, daran theilnehmen. Nun weiss man, dass diese Zellen ebenfalls mesodermaler Herkunft sind; die Milz hört also dadurch nicht auf, als Ganzes dennoch ein Derivat des Mesoderms zu sein, wenn auch Coelomzellen in die Zusammensetzung eingehen. Aus den Angaben von Toldt ist noch besonders beachtenswerth, dass er jeden Zusammenhang der Milzanlage mit derjenigen des Pankreas bestreitet. Fr. Arnold, Th. L. W. Bischoff u. A. hatten angegeben, die Milz entstehe aus der nämlichen mesodermalen Anlage, wie das Pankreas. Diese Beobachtungen waren vorzugsweise mit der Lupe, also bei schwacher Vergrösserung, gemacht worden, mussten aber doch zurückgewiesen werden, weil es sich bei genauer Untersuchung herausgestellt hat, dass die Anlagen der beiden Organe nicht vereinigt, sondern getrennt sind. Ich hebe gerade diesen Punkt hervor, weil in der neuesten Zeit, auch mit Hülfe der neuen Methoden, die Meinung ausgesprochen worden ist, Milz und Pankreas vereinigten sich bei der Entstehung und ihre histologischen Elemente würden unter einander gemischt. Aber diese neuere Ansicht ist doch ganz verschieden von derjenigen der früheren Jahrzehnte. Wenn auch Fr. Arnold und die Uebrigen glaubten, die Milz und das Pankreas entstünden aus der nämlichen Anlage, so meinten sie damit doch immer noch die Herkunft aus dem Mesoderm. Die zweite Periode der Anschauungen über die Entstehung der Milz beginnt im Jahre 1890. Maurer (90) führt das Organ bei den Anuren und Urodelen in genetischer Beziehung auf das Entoderm zurück, und zwar in folgender Weise: Bildungszellen des Entoderms sollen die Scheiden der Darmarterien als Weg benützen, um zu der Stelle der Milzbildung in dem Mesogastrium zu gelangen. Der ganze Vorgang macht ihm den Eindruck, als sei die Milz

[1] Balfour (81) wird zwar richtig als ein Anhänger von der Lehre citirt, dass die Milz aus dem Mesoderm entsteht, allein er besitzt hierüber keine persönlichen Erfahrungen, sondern beruft sich auf Peremeschko und Müller.

hier nicht ein von einer einzelnen Darmstrecke aus entstandenes Organ, sondern als stehe ihr zur Entwickelung bei Anuren das Epithel des ganzen Tractus intestinalis zur Verfügung. Er meint ferner, man dürfe annehmen, dass sich die Milz wahrscheinlich bei allen Wirbelthieren in analoger Weise entwickele. Eine gewichtige Stütze hat diese Auffassung erhalten durch die Ausführungen Kupffer's, zwar nicht direct, denn er beschreibt den Vorgang ganz anders, aber indirect durch die Annahme einer Entstehung der Milz aus dem Pankreas bei Acipenser. Bei den Embryonen dieser Ganoiden sollen dorsale Darmdivertikel die erste Anlage der Milz abgeben; die Divertikel dringen proximalwärts in das Mesenterium ein und liefern überdies das subchordale (perivasculäre und perinephritische) Lymphgewebe. „Von einer bestimmten Portion der Divertikel, die dorsalwärts gerichtet ist, lösen sich Zellen aus dem epithelialen Verbande ab und vertheilen sich als freie Rundzellen zwischen die Blätter des Mesenteriums.“[1] „Die tubulöse Pankreasdrüse wird links splenisirt.“ Die Bildung der verschiedenen Divertikel beginnt kurz vor dem Ausschlüpfen, in der ersten Hälfte des 4. Tages nach der Befruchtung gleichzeitig mit dem Anfang der Leberbildung. Acht Tage nach der Befruchtung erfolgt die Splenisirung einzelner Pankreasanlagen unter der Erscheinung regressiver Metamorphosen epithelialer Schläuche. Wie Maurer, so zieht auch Kupffer weitgehende Schlüsse aus seiner Beobachtung, indem er den Gedanken ausspricht, dass auch die Elemente anderer vom Darm abgelegener lymphoider Organe, wie das Knochenmark, vom Entoderm sich herleiten lassen, „nachdem beim Stör die ersten subchordalen, die Aorta und ihre Nachbarorgane umlagernden Lymphocyten von Darmdivertikeln ihren Ursprung nehmen. Als periarterielle, den Arterienscheiden sich anschliessende Elemente werden dieselben überallhin Verbreitung finden.“ So überträgt Kupffer die Befunde beim Stör auf den gesammten Typus der Wirbelthiere selbst auf den Menschen, wie eine andere bezügliche Stelle erkennen lässt.

Wie schon angedeutet, stimmen die beiden Autoren bezüglich des Vorganges der Milzanlage durchaus nicht überein. Bei den Anuren und Urodelen sollen Bildungszellen des Entoderms den Scheiden der Darmarterien direct entlang zur Bildungsstätte der Milz hinwandern (Maurer). Bei Acipenser würden dagegen nicht die Bildungszellen des Entoderms für die Milz verwendet, sondern schon differenzirte Zellen des Pankreas würden zur Anlage herangezogen und „splenisirt“ (Kupffer). In dem ersten Falle würde die Milz aus Entodermzellen des Darmrohres entstehen, in dem zweiten Falle aus Theilen des Pankreas.

---

[1] Diese Stelle ist von mir hervorgehoben.

Die Ergebnisse der Nachuntersuchung sind für keine dieser Angaben günstig ausgefallen.

Bei Knochenfischen (Forelle) liegt die Milzanlage im Mesogastrium an der Vena subintestinalis; das weitere Wachsthum des Organes ist an diese Vene geknüpft. Um den 50. bis 60. Tag nach der Befruchtung (13 bis 16 mm Länge des Embryo) wird die Milz sichtbar auf der linken Seite und dorsal an dem Darmrohr, dicht hinter dem Magen, in Form einer kleinen länglichen Leiste. Bei älteren Embryonen (20 bis 25 mm Länge) ist sie schon vom Darmrohr abgedrängt durch eine Portion des Pankreas. Zwischen den mesodermalen Zellen treten Vacuolen auf, die schliesslich mit der Vena subintestinalis dadurch in Verbindung treten, dass die Venenwand durchbricht, die Endothelzellen sich dabei ablösen und so die embryonale Milz direct von Venenblut durchtränkt wird. Laguesse (90), der diese Untersuchung ausgeführt und überzeugende Belege für das geschilderte Verhalten beigebracht hat, betont ausdrücklich die Entstehung im Innern des Mesogastrium ohne jede Betheiligung des Entoderms. Von dem Knochenfisch hat sich Laguesse dann zu den Knorpelfischen gewendet und berichtet, dass die Entwickelung bei Acanthias von 19 mm beginnt (Stadium N), dass sie in einer streifenförmigen Leiste besteht, die auf der musculösen Wand des Darmrohres links von der Anheftung des Urmesenteriums aufruht, in der Höhe des Pankreas und des späteren Duodenum (Embryonen von 25 bis 27 mm Länge). Diese Verhältnisse gleichen ganz denen des Teleostiers. Das histologische Verhalten ist ebenfalls übereinstimmend. Zunächst erscheint in dem Mesoderm eine dichtgedrängte Masse von runden Kernen, umgeben von geringen Mengen von Protoplasma, welche die Farbstoffe in grosser Menge aufnehmen. In diese Zellmasse dringen Fortsetzungen der Vena subintestinalis, die schliesslich ihre Wandungen verlieren, so dass die Milz bei Acanthias während der Entwickelung wie ein venöses Divertikel erscheint, das von Zellen umgeben ist. Ausdrücklich wird erwähnt, dass, im Gegensatze zu den Angaben Maurer's, bei den untersuchten Fischen, Selachiern wie Teleostiern, stets eine scharfe Abgrenzung des Darmepithels nachzuweisen war und dass sich also keine Entodermzellen an dem Aufbau der Milz betheiligten.

Woit (97) berichtet von Siredon über einen länglichen Wulst als Anlage der Milz. An das distale Ende schliesst sich ein Zipfel des Pankreas an, aber es wurde kein deutlicher Zusammenhang weder mit dem Entoderm des Magens, noch mit dem Pankreas wahrgenommen. Bei Triton taeniatus besteht niemals eine Beziehung zwischen Entoderm und der Milzanlage. Bei den Anuren, es wurde Rana untersucht, entsteht die Milz ebenso wie bei den eben genannten Formen aus mesodermalen Zellen, wie

dies auch Götte in seinem Unkenwerk darstellt. Woit knüpft (S. 164 eine richtige Ueberlegung an diesen Befund, indem er bemerkt, wie wenig wahrscheinlich es sei, dass bei den Urodelen ein Organ aus dem Entoderm hervorgehe, das bei den Anuren aus dem Mesoderm entstehe.[1] Diese Reflexion erhielt weitere Unterstützung durch Kraatz (97), der die Auffassung von einem entodermalen Ursprung der Milz bei Amphibien (Rana und Alytes) nicht zutreffend findet. Er hat gerade die Mitosen genau beachtet, auf deren Vorkommen so viel Werth gelegt wird, weil die Ansicht ausgesprochen worden ist, dass die Theilproducte aus dem Verbande der entodermalen Zellen austreten und sich dann in mesodermale Zellen verwandeln. Allein es ist dieser Vorgang nie beobachtet worden. Kraatz nimmt an, dass die Zellen nach einer solchen Schrägstellung allmählich wieder neben einander zu stehen kommen, den Verband mit den übrigen Entodermzellen nicht aufgeben und also nicht in das umgebende Gewebe austreten. Sehr entschieden äussert sich Ruffini (99). Es sind immer mesenchymatöse Zellen, aus denen die Milz bei Rana esculenta entsteht. Weder Zellen des Intestinalcanales, noch Zellen des Pankreas betheiligen sich an ihrem Aufbau.

Die eben dargelegten Erfahrungen sprechen bei Selachiern, Teleostiern, Urodelen und Anuren, so weit sie untersucht sind, für die histogenetische Entstehung der Milz aus dem Mesoderm. Nach allem, was ich selbst bei Torpedo, dem Lachs und bei Siredon gesehen, betheiligt sich weder das Entoderm des Darmrohres, nach dasjenige des Pankreas an der Herstellung der Milz, wohl aber das Mesoderm, das in die Zusammensetzung des Magens, Dünndarmes und Pankreas eingeht.

Ueber die höheren Classen der Wirbelthiere liegen aus der neuesten Zeit noch wenig Mittheilungen vor. Die Vögel (Taube, Hühnchen und der Sperling) ergaben Woit ein unsicheres Resultat. Wie Barfurth, unter dessen Leitung die Arbeit entstanden ist, beigefügt hat, erscheint die Milz mesodermalen Ursprunges, doch sind Zeichen einer entodermalen Beigabe beobachtet worden. Dieser Zweifel wird in der Hauptsache beseitigt. Es ist nämlich bei Vögeln neuerdings der Ursprung der Milz aus Mesodermzellen durch Tonkoff (99) bestätigt worden. Der Ursprung steht mit dem Darmepithel in keiner Beziehung. Die Zweifel, welche noch Woit über diesen letzteren Punkt hatte, werden ausdrücklich beseitigt. Tonkoff konnte weder bei Hühner-, noch bei Entenembryonen Zellencomplexe entodermalen Ursprunges nachweisen. Die Arbeit ist unter Keibel gemacht worden.

Ueber die Säugethiere liegt eine bestimmte Angabe von Bonnet (91) vor. Die Milz entsteht nach ihm bei den Haussäugethieren an dem

[1] Diese Stelle ist von mir hervorgehoben.

Mesogastrium, also auf mesodermaler Grundlage aus einer Verdickung des Coelomepithels.

Ich werde nun meine eigenen Beobachtungen an den Makaken, dem Menschen und dem Maulwurf anführen, welche darthun, dass die Milz aus dem Mesoderm des Urmesenteriums und aus dessen Coelomepithel hervorgeht ohne Betheiligung des Entoderms. Meine Untersuchungen ergaben nach dieser Seite hin also dasselbe Resultat wie jene von Kölliker, His, Toldt und Bonnet.

Bei der Darstellung müssen mehrere Punkte berücksichtigt werden: 1. Der Abschluss des Entoderms gegen das Mesoderm, und zwar sowohl der Entodermzellen des Magens als derjenigen des Pankreas, 2. die Pankreasfalte als solche und 3. der Milzhügel. Seit Kupffer das Pankreas in den Vordergrund der Discussion gerückt hat und meinte, bei allen Wirbelthieren, selbst bei dem Menschen, könne ein Theil der Pankreasanlage „splenisirt" werden, müssen die Beziehungen der Bauchspeicheldrüse zu der Anlage der Milz im Einzelnen festgestellt werden.

Ich schildere zunächst die klaren Zustände bei dem Maulwurfsembryo von 9 mm Scheitelsteisslänge (fixirt in Chlorpalladium, Alkohol und steigender Concentration, Färbung mit Hämatoxylin und Eosin). Auf Sagittalschnitten erscheint die Milz in Form einer hügelartigen Erhebung, eines Milzhügels, und die Pankreasanlage als ein länglicher Wulst, der Pankreasfalte heissen soll. Bei dem Maulwurf ist die Trennung der beiden Organe schon auf dieser Stufe durch eine schmale Einschnürung des Mesogastrium posterius (Fig. 1), die in der Mitte der Anlage am deutlichsten ist, vollzogen.

In der Pankreasfalte breiten sich die Epithelzapfen aus, welche als Ausstülpungen des Darmepithels directe Nachkommen des Entoderms darstellen (Fig. 1). Die Epithelzapfen sind von einer ansehnlichen Mesodermschichte umgeben, deren Zellen in mehreren Lagen concentrisch das blinde Ende der Epithelzapfen umziehen. Die äusseren Lagen des Mesoderms laufen in mehr paralleler Anordnung, wie die Zellenausläufer ja leicht erkennen lassen. Man hat also an der Pankreasfalte zwei Schichten des Mesoderms: 1. Mesoderm, das in den Bau der Drüse eingeht, die Epithelzapfen direct umhüllt, um später als interstitielles Bindegewebe die Bauchspeicheldrüse in allen Theilen zu durchsetzen, und 2. Mesoderm, das als eine Peritonealfalte, als sogen. Mesogastrium posterius die Drüse umschliesst. In der Pankreasfalte sind an diesem Präparat die Epithelzapfen von dem umgebenden Mesoderm etwas abgehoben; nirgends zeigt sich ein Zusammenhang, kein Zeichen, als ob die dunkeln Zellen etwa Mesoderm liefern würden dadurch, dass Theile der Epithelzapfen zwischen die Schichten des Mesoderms sich hinein begäben. Weder an

anderen Präparaten, an denen das Epithel direct dem Mesoderm aufsitzt, ist eine Entstehung von Bindegewebe aus dem Epithel nachzuweisen, noch in späteren Stufen der Entwickelung. Mesoderm ist überall vorhanden, so dass sich keine Nothwendigkeit ausdenken lässt, Pankreaszellen in Bindegewebe zu verwandeln. Das müsste aber der Fall sein, wenn Theile der Epithelzapfen splenisirt würden. Eine solche Umwandlung bietet jedoch

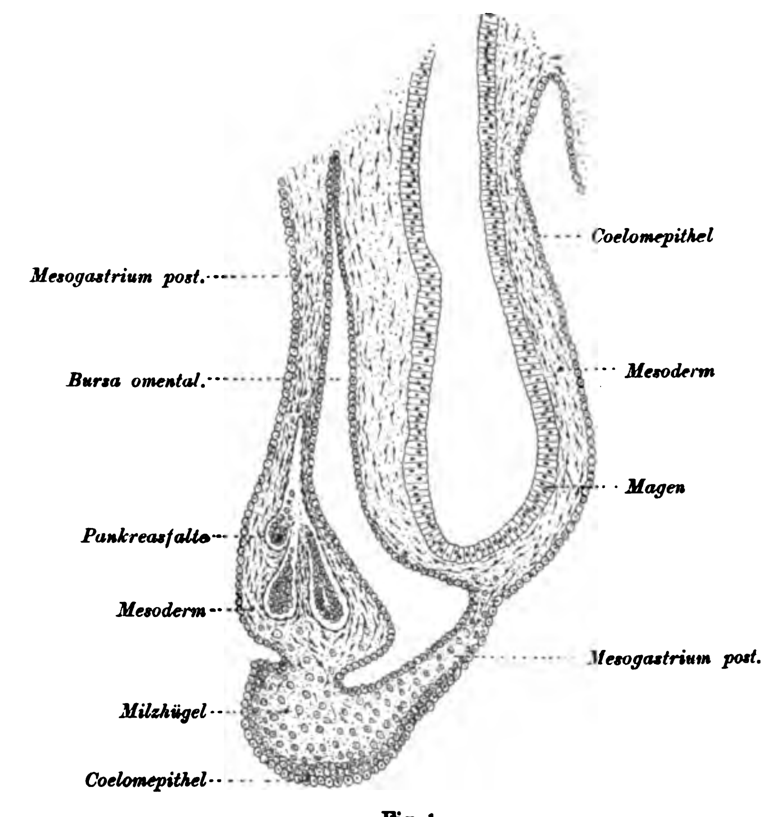


Fig. 1.
Sagittalschnitt durch den Magen und das dorsale Mesogastrium mit dem Milzhügel und der Pankreasfalte. 42 Mal vergr.

nicht bloss histogenetische Schwierigkeiten, sondern auch topographische. Die Pankreasfalte ist ein Gebilde für sich, von dem Milzhügel durch eine ansehnliche Strecke getrennt. Hier liegen bereits ganz klare, nicht etwa verschwommene und undefinirbare Zellenmassen vor. Weder über die Epithelsprossen des Pankreas, noch über das Mesoderm der Pankreasfalte herrscht auch nur die geringste Unklarheit. Die morphologische Trennung

der Organe, wie die histogenetische Sonderung der Elemente, beide sind bereits vollkommen durchgeführt. Ich constatire also ausdrücklich, dass weder im Bereiche des Magens, noch im Bereiche des Pankreas eine andere Beziehung zwischen dem Entoderm und dem umgebenden Mesoderm existirt, als jener allgemein bekannte Contact, mit welchem beide Gewebe sich berühren. Ein Uebergang von Entodermzellen in Mesodermzellen ist nirgends zu erkennen.

Der Milzhügel besteht bei dem Maulwurfsembryo in einer Anhäufung mesodermaler Zellen in dem Mesogastrium posterius (Fig. 1), ist gegen das Pankreas abgeschnürt, an den freiliegenden Flächen bedeckt vom Coelomepithel, das auf der gegen die Bauchhöhle gerichteten Kuppe geschichtet ist, während an den übrigen Stellen nur eine einfache Schichte vorkommt. Auch die Pankreasfalte ist an den freiliegenden Flächen, welche der Bauchhöhle und der Bursa omentalis zugekehrt sind, nur mit einer einfachen Schichte von Coelomepithel bedeckt.

Was eben von dem Maulwurfsembryo mitgetheilt wurde, trifft auch für den Affen und den Menschen zu. Bei dem Makaken[1] von 9·5 mm sind Milz und Pankreas schon in ihrem Aufbau histogenetisch und topographisch specialisirt; das Pankreas ist mit seinen Drüsenschläuchen und seiner mesodermalen Umhüllung in dem Mesogastrium posterius erkennbar. Drei mit cylindrischen Zellen und einem kleinen Lumen versehene Querschnitte der Drüse liegen in concentrischen Schichten jungen Mesoderms; ausserhalb dieses Mesodermringes, von dem ich annehme, dass er das interstitielle Bindegewebe der Bauchspeicheldrüse liefert, liegt das Gewebe des hinteren Magengekröses, das eine viel geringere Dichtigkeit aufweist (Fig. 2). Es umschliesst ein Gefäss, die Vena lienalis. Zwischen der Muskelschichte des Magens und der Pankreasfalte verläuft die spaltförmige Bursa omentalis. Die freie Fläche der Pankreasfalte ist mit einer einfachen Lage von Coelomzellen bedeckt, die in der letzten Zeit, besonders in Frankreich, als Mesothel bezeichnet wird, um dadurch auszudrücken, dass es aus Mesoderm hervorgegangen sei.[2]

Zwischen den jugendlichen Drüsenzellen des Pankreas und dem dicht aufliegenden Mesoderm existirt an dem mit Sublimat fixirten Präparat eine helle Grenzlinie (Fig. 2).

Die Fig. 2 ist eine combinirte Abbildung aus mehreren (6) Schnitten; die Untersuchung der Schnittserie wurde jedoch auch weiter fortgesetzt,

---

[1] Fixirung in Sublimat, Alkohol, Jod-Jodalkohol, Hämatoxylin, Eosin, Balsam.

[2] An manchen Stellen ist eine scharfe Linie bemerkbar, welche das Mesothel von dem Mesoderm trennt.

aber nirgends liess sich ein Verhalten nachweisen, das eine Umwandlung von Ento- in Mesodermzellen erkennen liesse. Auf den folgenden, gegen den Milzhügel hin liegenden Schnitten werden die kolbig abgeschlossenen Epithelzapfen des Pankreas bemerkbar, aber überall sind sie scharf umgrenzt.

Die erste Anlage der Milz entsteht bei dem Makaken, wie bei dem Maulwurf, in einer von der Pankreasfalte unabhängigen Strecke des hinteren Magengekröses. Der Milzhügel (Fig. 4) ist nur nach der Bauchhöhle hin gewölbt, seine Basis, die nach der Bursa omentalis hin gerichtet ist, jedoch eben verlaufend.

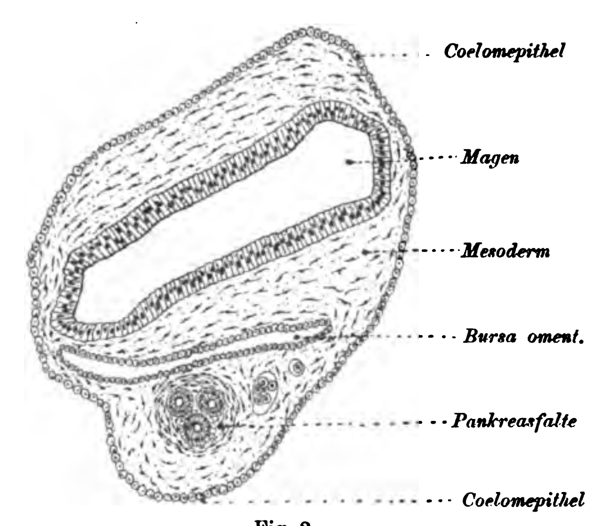


Fig. 2.
Sagittalschnitt durch den Magen und die Pankreasfalte eines Makaken.
42 Mal vergr.

Nach meinen Erfahrungen ist also die Differenzirung der Zellen in der Pankreasfalte bei Embryonen von 9 bis 10 mm schon so weit vorgeschritten, dass ein Uebergang der einen Zellenart in eine andere ausgeschlossen werden darf (Fig. 2). Es werden zwar später Organe namhaft gemacht, in denen bei Embryonen solchen Alters die Differenzirung noch durchaus nicht den hohen Grad erreicht hat, wie in der Pankreasfalte, aber in ihr ist eine beträchtliche Sonderung der Elemente bereits erreicht, wie die genauere Vergleichung ergiebt. Auf einem kleinen Raume vereinigt sind die langen Epithelzellen der Pankreasanlage, ebenso wie das Mesoderm scharf geprägt (Fig. 3). Noch existirt keine trennende Membran zwischen beiden, sondern nur ein heller Zwischenraum, aber es hat sich keine Erscheinung beobachten lassen, die einen Uebergang zwischen den beiden

Zellenarten vermuthen liesse. Die Mesodermzellen der Pankreasanlage sind klein und umziehen in concentrischen Ringen die kreisförmig um das Drüsenlumen angeordneten Epithelzellen. Eine weitere Differenzirung zeigen jene Mesodermzellen, welche der Pankreasfalte angehören und als Elemente des Mesogastrium aufgefasst werden müssen. Sie sind grösser als die vorher betrachteten und haben mehrere Ausläufer. Die kleinsten Zellen in diesem Bereiche sind die Endothelzellen des Gefässes (Fig. 3). Rechnet man zu all diesen bereits specialisirten Zellen noch die Hämatoblasten hinzu, dann ist die Differenzirung auf diesem kleinen Raum doch recht ansehnlich. Bei schwacher Vergrösserung tritt allerdings der Unterschied namentlich zwischen den verschiedenen Mesodermzellen nicht auffallend hervor, aber bei starken Vergrösserungen ist er unverkennbar und lässt sich sogar bis zu einem gewissen Grade durch Maasse fixiren, wie sie auf der Fig. 3 angegeben

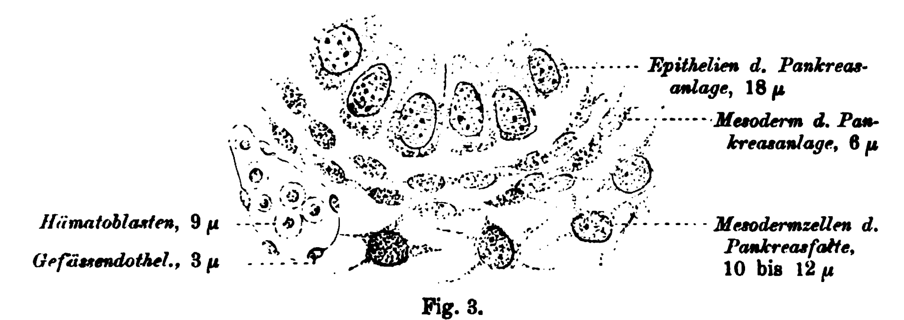


Fig. 3.

Differenzirung der Zellen in der Pankreasfalte eines Makaken von 9·5 mm Nackensteisslänge. Apochromat Zeiss 3·0 mm, Apertur 1·30, Ocular 8.

sind. Nach allen Erfahrungen, die über die spätere Entwickelung in histogenetischer Beziehung vorliegen, darf man voraussetzen, dass im weiteren Verlaufe von dieser Entwickelungsstufe aus, im Gebiete des Urdarmgekröses, die übrigen Epithelien der Bauchspeicheldrüse nur von den vorhandenen Epithelien aus entstehen und ebenso die Zellen für die Milz nur von mesodermalen Zellen geliefert werden.

Die Anordnung wie in Fig. 1 scheint für die erste Anlage der Säugethiermilz charakteristisch zu sein, sie trifft auch für den Menschen zu. Die histologische Beschaffenheit des Milzhügels zeigt folgende Eigenschaften: 1. Embryonale, mesodermale Zellen von doppelter Form, nämlich Zellen mit Ausläufern versehen und rundliche Zellen, Leukocyten. 2. Coelomepithel auf beiden freien Flächen. Nach der Bursa omentalis hin findet sich eine einfache Schichte, nach der Bauchhöhle hin eine verdickte Schichte (Fig. 4). Wir dürfen aus dem letzteren Umstande schliessen, dass dort neu producirte

Zellen zur Vergrösserung der Milz verwendet werden, denn sonst hätte dort wohl die Häufung der Epithelzellen keinen Sinn. Eine parallele Erscheinung findet sich auf der Oberfläche des Eierstockes, auf dem eine Vermehrung innerhalb des Coelomepithels zur Herstellung der Ureier verwendet wird. 3. Finden sich im Inneren des Milzhügels Gefässquerschnitte mit Hämatoblasten, d. h. grossen, kernhaltigen Blutkörperchen. Die Gefässquerschnitte sind von einem Endothelhäutchen begrenzt. Nachdem die Anlage in dem kleinen Milzhügel, dessen Basis nur 1 mm Ausdehnung besitzt, während die Höhe die Hälfte ausmacht (0·48 mm), schon Blutgefässe aufweist, darf man sagen, dieser kleine Zellhaufen sei schon splenisirt, insofern Gefässe in auf-

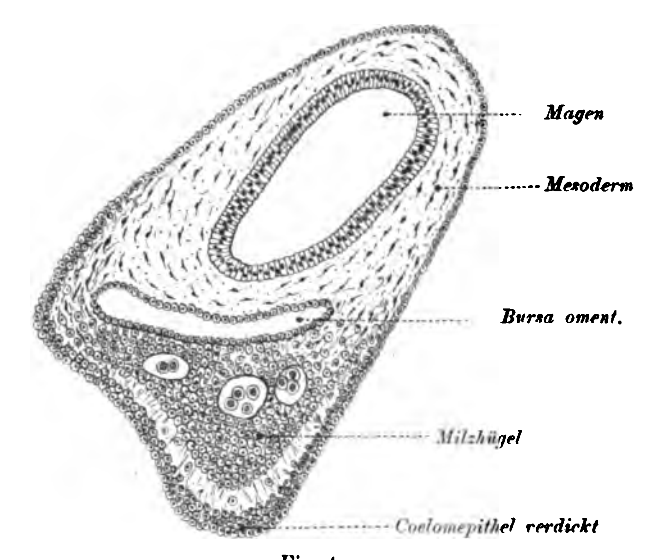


Fig. 4.

Sagittalschnitt durch Magen und Milzhügel eines Makaken. 42 Mal vergr.

fallend grosser Zahl bereits vorhanden sind, die ja auch für das reife Organ als charakteristische Eigenschaft ersten Ranges zu betrachten sind.

Das Innere des Milzhügels und dessen Beziehungen zu dem verdickten Coelomepithel bedürfen noch besonderer Schilderung. Was sich bei dem in Sublimat fixirten Präparat erkennen liess, besteht in Folgendem: Das hintere Magengekröse besteht aus einer Schichte mesodermaler Zellen (Fig. 4), die auf der einen Seite mit der musculösen Wand des Magens zusammenhängen, auf der anderen in die Pankreasfalte übergehen. Jene Schichte des Mesoderms, welche der Bursa omentalis zugewendet ist, nimmt an der Milzbildung keinen Antheil, sie ist 64 μ breit, deutlich von dem übrigen Hügel abgegrenzt und zeigt eine dichtere Anordnung der Zellen und ihrer

Ausläufer und eine einfache Schichte des Coelomepithels. Die gewölbte Fläche des Milzhügels hat andere Beschaffenheit; sie trägt auf der höchsten Kuppe, wie schon erwähnt, verdicktes Coelomepithel, darunter folgt eine helle Zone (Fig. 4), welche von feinen, nahezu parallel gerichteten Fasern durchsetzt ist. Darauf folgt die eigentliche Masse des den Milzhügel erfüllenden Mesoderms. Das verdickte Coelomepithel ist schon wiederholt beobachtet worden, so von Toldt, der an menschlichen und thierischen Säugethierembryonen den Eindruck erhalten hat, dass das Coelomepithel an der Milzanlage wesentlich betheiligt ist, ja dass sie durch reichliche

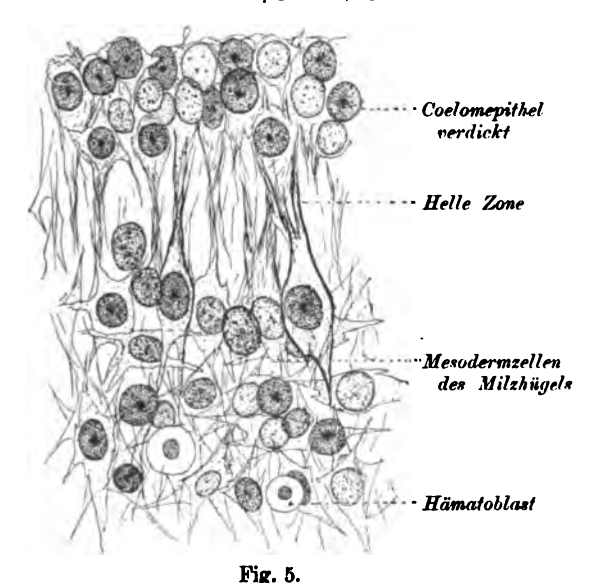


Fig. 5.
Schnitt durch den convexen Rand des Milzhügels. Starke Vergrösserung.

Zellvermehrung in demselben eingeleitet wird (89, S. 29), setzt aber hinzu, dass die Betheiligung der im Inneren des Milzhügels vorhandenen Zellen nicht auszuschliessen sei. In der That sieht man das Mesoderm des hinteren Magengekröses, abgesehen von der schon oben erwähnten Schichte, direct im Zusammenhange mit dem embryonalen Milzgewebe, woraus man wohl schliessen darf, dass nicht bloss das Coelomepithel,[1] sondern auch das

[1] Für die Bedeutung des verdickten Coelomepithels auf der Oberfläche des Milzhügels spricht auch der Umstand, dass auf der Pankreasfalte das Coelomepithel nicht verdickt ist. Auf dem Milzhügel, so wird sich diese Erscheinung doch wohl am ungezwungensten deuten lassen, nimmt eben das Coelomepithel an dem Aufbau der Milz einen regen Antheil, an der Pankreasfalte ist das Epithel einfach, weil es an dem Aufbau des Pankreas keinen Antheil hat.

Mesoderm des Magengekröses an der Herstellung des Milzgewebes betheiligt ist. Ein anderer Beobachter, Janošík (95), sieht ebenfalls das Coelomepithel während der Milzanlage verdickt und in der Vermehrung begriffen und findet dieses Verhalten bei der Eidechse besonders ausgeprägt, weniger deutlich bei dem Hühnchen und bei Säugethieren. Immerhin hat er auch hier das Vorhandensein bemerkt. Bonnet (91) weist ebenfalls auf die Verdickung des Coelomepithels als einer Bildungsstätte von Milzgewebe hin. Der Vorgang ist jedoch im Einzelnen noch nicht aufgeklärt. Meine Präparate zeigen das in Fig. 5 dargestellte Verhalten. Das Zellenlager des Coelomepithels enthält mesodermale Zellen mit mehreren Ausläufern, die vorzugsweise nach der Milzpulpa zu gerichtet sind. Ich vermuthe in dieser ganzen Schichte die ersten Vorgänge zur Herstellung der Tunica propria der Milz, welche für das ganze Organ bekanntlich deshalb so bedeutungsvoll ist, dass sie die zahlreichen Trabekeln liefert, die ihrerseits die Milzpulpa umschliessen und sie mit reticulärem Bindegewebe durchsetzen. Die Zellenfortsätze, aus denen nach Flemming's Entdeckung Bindegewebsfibrillen hervorgehen, würden hier sofort in der Richtung der späteren Trabekeln, in die noch junge Milzpulpa, hineindringen. Sollte sich diese meine Annahme durch die weitere Untersuchung der Milzentwickelung bestätigen lassen, dann hätten wir im Inneren des Hügels die Anlage der Milzpulpa zu sehen, die, mit zahlreichen Blutgefässen durchsetzt, schon in diesem frühen Stadium die Gefässe erkennen liesse. Sind ferner die Angaben von Janošík richtig, dann würde schon bei den Reptilien die Milz von zwei histogenetisch zwar identischen, aber topographisch und physiologisch differenzirten Schichten aus entstehen, nämlich einerseits aus dem Mesoderm des Magengekröses und andererseits aus den Nachkommen des Coelomepithels.

Die Untersuchung eines Embryo von Semnopithekus presbytes[1] ergab bezüglich der Entwickelung des Pankreas ein negatives Resultat insofern, als die Bauchspeicheldrüse noch nicht angelegt ist. Dagegen ist der Milzhügel bereits vorhanden, freilich in sehr geringer Ausdehnung; es existirt noch keine Verdickung des Coelomepithels auf der nach der Bauchhöhle hinragenden Kuppe. Trotz der nahezu übereinstimmenden Länge ist also der Schlankaffe in der Entwickelung der Milz hinter dem Makaken zurück, was sich auch darin zeigt, dass die Bursa omentalis noch nicht bemerkbar ist.

Die menschlichen Embryonen im Alter von etwa 5 Wochen und 10 ^{mm} Nackensteisslänge zeigen die Pankreasfalte und den Milzhügel bereits unterscheidbar und durch eine Einschnürung getrennt, die mit der fort-

[1] Ich verdanke den Embryo den Hrrn. Paul und Fritz Sarasin.

schreitenden Entwickelung immer schärfer hervortritt. Die mit der Camera gezeichnete Fig. 6 des Magens und des hinteren Magengekröses sammt den zunächst liegenden Lebergrenzen stammt von einem menschlichen Embryo von 10·5 mm Nackensteisslänge und 34 Urwirbeln, der schon wiederholt von mir abgebildet wurde.[1] Die topographische Anordnung der beiden Anlagen ist bei dem Maulwurf, dem Makaken und dem Menschen übereinstimmend (der Maulwurfsembryo ist sagittal, der Menschenembryo dagegen frontal

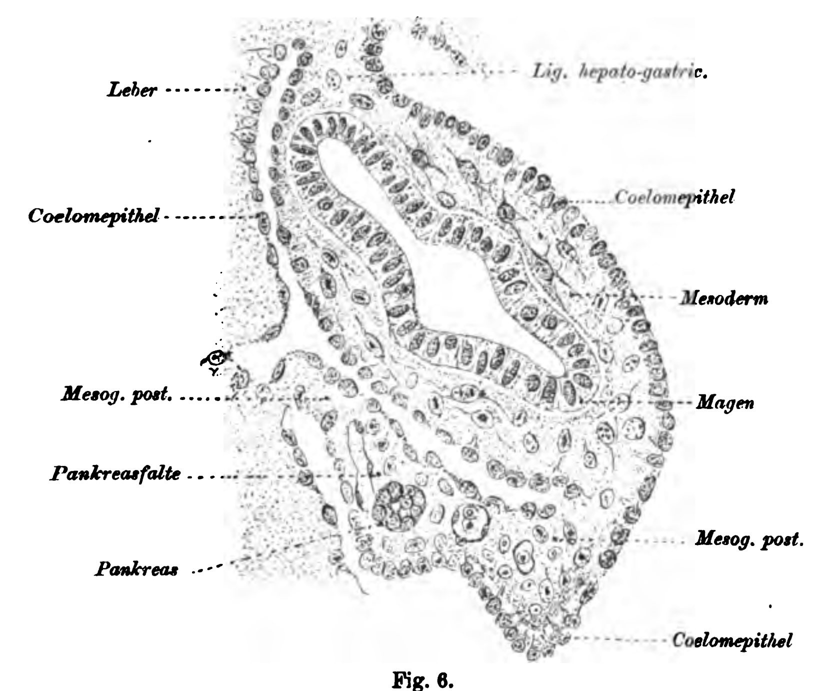


Fig. 6.
Von einem menschlichen Embryo von 10·5 mm. 42 Mal vergr.
Differenzirung der Zellen bei stärkerer Vergrösserung eingezeichnet.

geschnitten. Der Milzhügel liegt der dorsalen Magenwand nahe, die später bei dem Erwachsenen nach links zu liegen kommt; mit dem Pankreas ist der Milzhügel durch eine breite Brücke verbunden (Fig. 6), die stets erhalten bleibt, obwohl das hintere Magengekröse im Bereiche des ausgebildeten Pankreas mit der hinteren Bauchwand verwächst.

Was die histogenetischen Verhältnisse betrifft, so ist Folgendes zu bemerken. Bei dem Menschenembryo von 10·5 mm existirt noch kein

[1] *Dies Archiv.* 1891. Anat. Abthlg. Taf. III, Fig. 1 und *Entwickelungsgeschichte des Menschen.* Fig. 139, S. 227. Fixirung in Müller'scher Flüssigkeit, dann Alkohol von steigender Concentration, Boraxcarmin u. s. w. Canadabalsam.

verdicktes Coelomepithel, sondern eine einfache Lage auf der Kuppe des Milzhügels. Die helle Schichte unterhalb des Coelomepithels ist eben im Erscheinen begriffen. Die Zellen des Coelomepithels tragen den mesodermalen Charakter deutlich an sich, insofern sie oft spindelförmig oder mit drei und vier Ausläufern versehen sind. Sind sie spindelförmig, so liegen sie, wie beispielsweise an dem Magen, parallel zur Oberfläche und bedecken eine relativ grosse Fläche (Fig. 4); sind sie mit drei oder vier Ausläufern versehen, so senken sich diese, wie schon vom Makaken erwähnt und abgebildet, durch die helle Schichte in das Innere des Milzhügels hinein. Oft ragt aber ein Ausläufer nach der Bauchhöhle hin. Ist dies nun bei mehreren Zellen der Fall, dann erscheint der Milzhügel und andere benachbarte Flächen wie mit Stacheln besetzt. Bei einem wohl nur um ein paar Tage älteren menschlichen Embryo [1] ist das noch einfache Coelomepithel des Milzhügels jetzt zu einer dreifachen Schichte vermehrt, der helle Streifen ist wie bei dem Makakenembryo ansehnlich breit und von Zellenfortsätzen durchzogen.

Im Inneren des Milzhügels ist die Differenzirung der Zellen bei beiden Embryonen nicht verschieden von derjenigen des Makaken: Rundzellen, Spindelzellen, solche mit drei und vier Fortsätzen und endlich Gefässe stellen das Material dar. Es scheint nunmehr eine Pause in der weiteren Entwickelung der Milz einzutreten; bei einem menschlichen Embryo von 2 ^{cm} Scheitelsteisslänge [2] und dem Ende der 8. Woche ist sie nur um $^1/_5$ ^{mm} länger und im Inneren nicht weiter differenzirt. Das Coelomepithel ist wieder einfach.

Was die Pankreasfalte des oben erwähnten Embryo betrifft (Fig. 6), so enthält sie dicht am Milzhügel nur noch einen einzigen Querschnitt einer Drüsenröhre des Pankreas, umgeben von viel Mesoderm, während in den übrigen Schnitten eine grössere Zahl derselben bemerkbar ist. In dem folgenden Schnitt, der nicht zur Abbildung gelangte, hört die Drüsenröhre auf. Ich bemerke dies ausdrücklich, damit nicht die Vermuthung entstehe, als dringe die in Fig. 6 abgebildete Röhre noch bis in das Innere des Milzhügels vor. In ihn gelangen keine epithelialen Elemente des Pankreas. Es ist ferner nirgends eine Umwandlung von Epithelzellen der Drüsenröhren in Mesoderm zu beobachten. Eine helle Linie, in der keine

[1] Ich verdanke ihn der Güte meines Collegen Bumm. Der Embryo hat ein Alter von etwa 35 Tagen, war 11 ^{mm} lang und gelangte unmittelbar nach der künstlichen Entfernung aus dem Uterus in die Fixirungsflüssigkeit (Müller'sche Lösung), dann in steigende Concentrationen von Alkohol, wurde mit Hämatoxylin gefärbt und von Collegen Corning geschnitten.

[2] Er ist sehr gut erhalten und gelangte ganz frisch in die Fixirungsflüssigkeit: Pikrinsäure-Sublimat. Ich verdanke ihn ebenfalls Hrn. Collegen Bumm.

Zellenbrücken von dem Epithel der Drüsenröhren zu dem umgebenden Mesoderm des Pankreashügels hinüberziehen, trennt die Abkömmlinge des Entoderms von ihrer Grundlage. Diese helle Linie findet sich auch an anderen Schnitten und an anderen Embryonen, auch an den um 2 Wochen älteren des Menschen, auch an dem Schnitt, der in der Fig. 6 abgebildet ist. Auf das Hervortreten dieser Linie wurde besonderer Nachdruck in der Abbildung des Magenepithels gelegt, um dadurch zu zeigen, dass die histogenetisch verschiedenen Schichten getrennt und keine Uebergänge von einer Zellenart in die andere bemerkbar sind.

So weit ich nach den voraufgegangenen Mittheilungen die Frage von der Entwickelung der Milz beurtheilen kann, sind die Anstrengungen bis jetzt ohne entscheidendes Resultat geblieben, den entodermalen Ursprung des Organes innerhalb der verschiedenen Classen nachzuweisen. Dagegen sprechen viele Beobachtungen dafür, dass die Milz mesodermalen Ursprunges sei. Es fallen jedoch nicht nur die bisherigen Beobachtungen für den mesodermalen Ursprung in's Gewicht, sondern auch die Reflexionen. Um ein Organ von dem Ekto- oder dem Entoderm abzuleiten, wie z. B. eine Drüse, verlangen wir eine Ausstülpung des Grenzblattes, so wie dies jetzt bei den Haut- und Schleimdrüsen aller Art, bei den Speicheldrüsen, bei der Leber und dem Pankreas, endlich der Thymus und Schilddrüse nachgewiesen worden ist, und zwar in allen Classen der Wirbelthiere. Unsere Erfahrung ist nach dieser Seite so gereift, dass Jeder die Erscheinung entweder direct oder aus guten Abbildungen kennt und damit auch den Vorgang im Einzelnen versteht. Aber nichts der Art lässt sich beobachten bei der Entstehung der Milz und doch sind die Larven der Amphibien von 5 bis 7 ^{mm} Länge schon so weit entwickelt, dass die Untersuchung keine allzugrossen Schwierigkeiten bietet, wie u. A. daraus hervorgeht, dass Maurer's Ergebnisse über die Erscheinungen der Zellenvermehrung im Bereiche der Entodermzellen des Darmrohres wiederholt bestätigt wurden. Was sich aber der weiteren Beobachtung bisher entzogen hat, ist der Uebertritt von Abkömmlingen der Darmepithelien in das Mesenterium. Das Resultat an einer vollständigen Serie von Siredon, die ich untersucht, ist ein ebenso negatives gewesen, wie dasjenige von Kraatz[1] bei Rana und Alytes. Wanderzellen, die zur Zeit des Auftretens der Milz in grösserer Zahl im Mesenterium dieser Thiere erscheinen, lassen sich aus den durchaus nicht seltenen Mitosen genügend erklären, die im Mesenterium vorhanden sind. Eine besondere Anhäufung dieser Zellen führt alsdann zu jener stärkeren Verdichtung und zur Bildung eines Knötchens, welches das Anfangsstadium der Milz bildet. Der Einwurf, dass die Milz keine Drüse sei

[1] Aus dem anatomischen Institut in Marburg (Prof. Strahl).

wie die weiter oben erwähnten Organe, ist nicht stichhaltig. Auch dort, wo es sich in der Keimhaut der Embryonen direct um Entstehung von Mesoderm aus Entoderm handelt, geschieht dies nicht in einer schwierig nachweisbaren Form, sondern in der einer leicht erkennbaren Differenzirung, wie in dem Mesodermsäckchen des Amphioxus oder im Bereiche der Mesodermbildungsrinne am Keimhautrande der Selachier.[1] Auch dieser Vorgang ist im Einzelnen durch die Arbeiten von Rabl, Rückert, H. E. Ziegler u. A. im Kreise der Embryologen so bekannt, dass er als typisch für die Entstehung des Mesoderms aus dem Entoderm in früher embryonaler Periode gelten kann. Allein nichts der Art ist bei der Entstehung der Milz beobachtet worden; wo immer die Vorgänge sich im Einzelnen beobachten lassen, sind lediglich Mesodermzellen für den Aufbau der Milz betheiligt. So spricht nicht bloss die directe Beobachtung, sondern auch die Ueberlegung gegen eine Herkunft der Milz aus dem Entoderm. Wanderzellen bilden sich bei 5 bis 7 mm langen Larven nicht aus dem inneren Keimblatt des Darmrohres, um die Milz aufzubauen.

Die Angabe Kupffer's über den Ursprung der Milz beim Stör durch Splenisirung einzelner Abschnitte der Pankreasanlage lässt sich zur Zeit nicht controliren. Dieses Material ist nur durch besonders günstige Umstände erreichbar. Bei höhere Formen ist nichts der Art zu beobachten. Dieses negative Ergebniss meiner Untersuchung erhält durch die allgemeinen Vorstellungen von dem Zusammenhang der Organisation der Wirbelthiere dennoch einen Werth, den ich durch die folgenden Ausführungen begründen will.

Selachier und Teleostier, die Amphibien, Reptilien und Säugethiere bilden die Milz aus dem Mesoderm. Es ist nun gegen die Regeln der gemeinsamen Organisation innerhalb des Wirbelthierkreises, dass die Ganoiden dasselbe Organ aus dem Entoderm hervorgehen lassen. Das wäre nur denkbar, wenn diese Anlage schon zur Zeit der Differenzirung des Mesoderms aus dem Entoderm erfolgte. Bei dem Stör trifft dies wohl kaum zu, denn v. Kupffer sieht das Organ nicht direct von dem Entoderm der Keimhaut oder des Darmrohres aus entstehen, sondern von dem bereits zu Pankreasepithel weiter differenzirten entodermalen Material. Aus dem Entoderm des Darmrohres entsteht aber auch beim Stör das Pankreas so gut wie bei allen Wirbelthieren. Damit ist eine wichtige Differenzirung erfolgt, es sind Pankreaszellen entstanden und also ein bedeutungsvoller Act der Differenzirung oder noch schärfer ausgedrückt der Specialisirung der

---

[1] Siehe meine *Entwickelungsgeschichte*, Fig. 65, S. 120, ferner „Gemeinsame Entwickelungsbahnen der Wirbelthiere“ in *dies Archiv*. 1885. Anat. Abthlg.; ferner *ebenda*. 1891.

Zellen vollendet. Morphologisch und physiologisch sind sie nunmehr abgeändert, ihre ganze Zukunft innerhalb des Individuums ist dadurch festgelegt, von den Selachiern angefangen bis hinauf zu den Säugethieren und dem Menschen. Nun sollten diese bereits specialisirten Zellen zum Theil in Mesoderm verwandelt werden? Man wird zugestehen müssen, dass eine solche Umwandlung principiellen Bedenken begegnen muss bei dem Umstand, dass weder bei Selachiern noch Teleostiern irgend etwas der Art beobachtet wurde. Dieselben principiellen Bedenken stehen den Angaben Kupffer's über die Entwickelung der Milz bei Amocoetes entgegen, die übereinstimmend sein soll mit derjenigen beim Stör. Auch hierfür stehen zwar die Nachuntersuchungen noch aus, allein unsere Kenntnisse über die Entstehung der Milz bei den Selachiern, dieser primitiven Form der Wirbelthiere, verhindern die Annahme auch dieser Lehre. Ich will dies weiter ausführen. Maurer und Kupffer ziehen aus ihren Beobachtungen allgemeine Schlüsse, indem sie ihre wissenschaftliche Ueberzeugung auf Grund des Zusammenhanges der Organisation der Wirbelthiere in folgender Weise formuliren: Wenn bei den Ganoiden und bei den Batrachiern die Milz aus dem Epithel des Darmrohres oder der Bauchspeicheldrüse hervorgeht, so geht sie wahrscheinlich bei allen Wirbelthieren ebenfalls aus dem Darmepithel hervor, hinauf bis zu dem Menschen. Ich für meinen Theil halte solche Schlüsse für vollkommen berechtigt, sobald der Ausgangspunkt, in diesem Falle die Entstehung des Organes, bei den Ganoiden und den Batrachiern unbedingt fest steht; für berechtigt, damit die folgenden Untersuchungen den Gesichtspunkt kennen, unter dem die Beobachtungen beurtheilt und geprüft werden sollen. Allein, wenn Angaben vorliegen, die sich auf die Selachier und die von ihnen abgezweigten Teleostier beziehen, dann kommt vor Allem die ältere Thierform in Betracht, dann müssen die Selachier vor Allem den Ausgangspunkt für die ganze weitere speculative Erörterung bilden. Wenn bei den Selachiern die Milz auf mesodermaler Grundlage entsteht, so entsteht sie höchst wahrscheinlich bei allen Wirbelthierclassen in der nämlichen Weise, also ebenfalls aus dem Mesoderm. Es ist einer der stärksten Beweise für die Uebereinstimmung der Organisation in dem Wirbelthierreich, dass sich die Entwickelungsvorgänge von den Selachiern ausgehend bei allen folgenden Classen in den Hauptpunkten in derselben Weise abspielen. Es giebt zwar in der endlichen Ausgestaltung zahlreiche functionelle Aenderungen in Grösse, Form, Farbe, wodurch viele morphologische Verschiedenheiten bedingt sind, aber die Anlage beginnt stets in übereinstimmender Weise. Als Beispiel kann jedes beliebige Organ herangezogen werden, wie das Auge, das Gehörorgan, das Darmrohr, die Kiembogen und Kiemenspalten, die Anlage des Muskel-, des Nerven- und des Gefässsystemes u. s. w. Wegen

dieser Uebereinstimmung der entwickelungsgeschichtlichen Processe sind die Selachier der Ausgangspunkt weitreichender Studien geworden und sind seit mehr als einem Vierteljahrhundert das Schulobject, um die grundlegenden Ideen über den Aufbau des Wirbelthierkörpers zu gewinnen und zu erweitern. Bei diesen Thieren zeigen sich die genannten Vorgänge in einer besonders einfachen und deshalb dem Verständniss leichter zugänglichen Form, als bei anderen. Sie werden überdies deshalb in erste Linie gestellt, weil sie unstreitig zu den ältesten Formen der Wirbelthiere gehören, von denen aus immer höher stehende Formen in die Erscheinung getreten sind. Für die Entwickelung der Milz ergiebt sich aus dieser Erkenntniss Folgendes: Der Verlauf des Processes bei den Selachiern ist vor Allem von grundlegender Bedeutung. Entwickelt sich dieses Organ aus dem Mesoderm, dann besteht die berechtigte Vermuthung, dass bei allen höheren Classen die Milz auf die nämliche Weise entstehe, ebenso innerhalb der Seitenzweige der Wirbelthiere, die nicht auf der directen Descendenzlinie liegen. Ergiebt sich, dass nicht bloss die Knorpelfische, sondern auch die Zweiglinie der Knochenfische das Organ auf übereinstimmende Weise entwickeln, wie dies wirklich der Fall ist, dann steigt die Wahrscheinlichkeit, dass derselbe Entwickelungsmodus auch für die Batrachier Anwendung findet. Denn giebt es einen Transformismus, dann beherrscht er auch sicher nicht nur die morphologischen Formen der Thierwelt, sondern auch die entwickelungsgeschichtlichen Processe, in denen sich das Werden der untergegangenen wie der noch lebenden Thiere widerspiegelt. Das sind die Consequenzen, zu denen sich C. E. v. Baer und Joh. Müller schon vor den Lehren Darwin's und Haeckel's bekannt haben und zu denen sich wohl Alle, mit geringer Ausnahme, bekennen — von Europa bis nach Japan.

Wenn nun eine Untersuchung ergiebt, dass die Milz bei den Batrachiern in einer anderen Weise entsteht als bei Knorpel- und Knochenfischen, dann hat der Autor die Aufgabe, diese principielle Anordnung des Entwickelungsganges in vollem Umfange zu erweisen, er muss die Einflüsse aufzudecken suchen, welche eine solch tiefgehende Verschiedenheit hervorgerufen haben. Denn auch die Entwickelungsgeschichte der Organe ist von einer strengen Regelmässigkeit beherrscht, und es besteht deshalb kein zwingender Grund, Abweichungen in der Entwickelungsgeschichte der Milz solcher Art vorauszusetzen, wie sie durch die Angaben Maurer's oder Kupffer's nothwendig würden. Ich nehme deshalb an, dass die Milz bei den Batrachiern und speciell bei den Anuren ebenfalls aus dem Mesoderm hervorgeht und sehe in meinen Untersuchungen und in den Arbeiten, die oben erwähnt wurden, einen neuen Beweis sowohl dafür, als für die Uebereinstimmung der Organisation der Wirbelthiere — hinein bis in die

feinsten Vorgänge der Entwickelung. Die Untersuchung der höheren Formen spricht ferner dafür, dass auch sie, die Reptilien, die Vögel, die Säugethiere und der Mensch ihre Milz in einer und derselben Weise anlegen wie die Selachier. Das Organ tritt im Inneren des Darmgekröses auf durch alle Wirbelthierclassen, wie dies W. Müller vor jetzt bald 30 Jahren angegeben hat.[1]

Bei vorurtheilsfreier Prüfung der Thatsachen ist die Anlage der Milz lediglich auf das Mesoderm zurückführbar. Sie entsteht weder durch Wanderung losgetrennter Entodermzellen, noch durch Splenisirung von Drüsenzellen oder entodermaler Divertikel des Pankreas, sie tritt vielmehr unabhängig im Urdarmgekröse auf, in Form eines Milzhügels, in welchem alsbald zahlreiche Gefässe bemerkbar werden. Mesoderm wird dadurch splenisirt. Das Coelomepithel betheiligt sich ebenfalls an dem Aufbau der Milz, aber kein — Entoderm.

Litteraturverzeichniss.

91. R. Bonnet, *Grundriss der Entwickelungsgeschichte der Haussäugethiere.* Berlin.

67. Götte, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Darmcanales im Hühnchen.* Tübingen.

80. W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* I. Embryonen des ersten Monats. Leipzig. S. 60.

95. I. Janošík, Le pancreas et la rate. *Bibliographie anatomique.* Paris 1896. T. III. p. 68.

92. C. v. Kupffer, Ueber die Entwickelung der Milz und des Pankreas. *Münchener medicinische Abhandlungen.* München.

93. Derselbe, Ueber das Pankreas bei Amocoetes. *Sitzungsber. der Gesellsch. für Morphologie und Physiologie zu München.*

97. A. Kraatz, Zur Entstehung der Milz. *Inaug.-Diss.* Marburg.

90. E. Laguesse, Recherches sur le développement de la rate chez les poissons. *Journal de l'Anatomie et de la physiologie.* Paris. T. XVI.

90. Derselbe, Note sur la rate et le pankreas du protoptère et de la lamproie. *Soc. de Biologie.* Paris. Juillet.

90. F. Maurer, Die erste Anlage der Milz und das erste Auftreten von lymphatischen Zellen bei Amphibien. *Morphologisches Jahrbuch.* Bd. XVI. S. 203—208.

92. Derselbe, Die Entwickelung des Bindegewebes bei Siredon pisciformis und die Herkunft des Bindegewebes im Muskel. *Ebenda.* Bd. XVIII.

[1] Bei allen Wirbelthieren, schrieb 1871 W. Müller, geht die Milz aus einem Abschnitt des Peritoneum hervor. Die Lage dieses Abschnittes ist bei den einzelnen Abtheilungen verschieden. Bei den Schlangen ist es der Bauchfellüberzug des oberen Endes des Pankreas, bei den Fischen, Fröschen und Schildkröten das Mesenterium des Dünn-, bezw. Dickdarmes, bei den Salamandern, Sauriern, Vögeln und Säugethieren eine Verlängerung des Mesogastriums, aus welcher das Organ sich entwickelt (Stricker's *Handbuch.* S. 260).

67. Peremeschko, Ueber die Entwickelung der Milz. *Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wissensch., math.-phys. Classe.* Bd. LVI. 2. Abthlg. S. 31.

85. C. Phisalix, Recherches sur l'anatomie et la physiologie de la rate chez les icthyopsidés. *Archives de zoologie experimentale.* II. Sér. T. III.

99. Angelo Ruffini, Sullo sviluppo della milza nella Rana esculenta. *Monitore zool. ital.* Anno X. Nr. 4.

99. W. Tonkoff, Zur Entwickelung der Milz bei Vögeln. Vorläufige Mittheilung. *Anatomischer Anzeiger.* Bd. XVI. Nr. 15 und 16. S. 405.

89. Toldt, Zur Anatomie der Milz. *Wiener klin. Wochenschrift.* 19. December.

89. Derselbe, Die Darmgekröse und Netze im gesetzmässigen und gesetzwidrigen Zustand. *Denkschriften der Wiener Akademie.*

97. Oskar Woit, Zur Entwickelung der Milz. *Anatomische Hefte* von Merkel und Bonnet. Wiesbaden. Bd. IX.

Ueber anatomische Befunde bei Encephalocele nasoethmoidalis.

Von

Heinrich Klien.

(Aus der anatomischen Anstalt zu Leipzig.)

(Hierzu Taf. X.)

In der Litteratur finden sich ziemlich zahlreiche Berichte über Cephalocele anterior. Es ist dieselbe nach neueren Zusammenstellungen im Verhältniss zu der Seltenheit der Cephalocele überhaupt gar kein so seltenes Vorkommniss.

Houel (1) fand unter 93 beschriebenen Hirnhernien 68 occipitale, 16 in der Regio frontonasalis, 9 an der Basis cranii.

Beely (2) zählte unter 141 von Reali zusammengestellten Fällen 86 occipitale, 33 sincipitale, 12 sagittale, 8 laterale und 1 basalen.

Nach Laurence (3) kamen unter 75 Cephalocelen 53 occipitale, 17 in der Regio frontonasalis, 5 in der Temporal- und Parietalregion vor.

Larger (4) dagegen stellte unter 85 hinsichtlich ihres Sitzes genau bestimmten Fällen 44 occipitale und 41 sincipitale fest, und Miller (5) fand unter 42 im Moskauer Findelhaus beobachteten Fällen 34 vordere und bloss 8 hintere Hirnbrüche. Lindfors (6) zählte unter 71 Fällen erfolgreich behandelter Hirnbrüche 38 occipitale, 14 sincipitale, 8 sagittale, 9 laterale, 2 basale.

Als vordere Hirnbrüche bezeichnet man diejenigen, welche ihren Sitz an der Nasenwurzel haben. Bei denselben beginnt der die Bruchpforte bildende Knochencanal auf der Innenfläche des Schädels an der Vereinigungsstelle von Stirnbein und Siebbeinplatte, in der Gegend des Foramen caecum. Je nach dem weiteren Verlauf dieses Canales theilt man die vorderen Hirnhernien nach Heineke (7) in folgende drei Kategorien:

1. Die Cephalocele nasofrontalis: sie entsteht, wenn der Bruch aussen zwischen dem untersten Theil der beiden Stirnbeine unmittelbar über den Nasenknochen hervortritt.

2. Die Cephalocele nasoethmoidalis: eine solche besteht, wenn der Canal zwischen Siebbein einerseits, Stirn- und Nasenbeinen andererseits abwärts verläuft; er mündet am unteren Rande der Nasenbeine — zwischen knöcherner und knorpeliger Nase — nach aussen.

3. Die Cephalocele nasoorbitalis: um diese Form handelt es sich, wenn die äussere Oeffnung des Canales sich an der Vereinigungsstelle von Sieb-, Stirn- und Thränenbein befindet.

Von diesen drei Formen ist bei Weitem die häufigste die Cephalocele nasofrontalis, in zweiter Linie folgt die Cephalocele nasoethmoidalis; von der nasoorbitalen Form sind nur wenige sichere Fälle bekannt.

Unter den in der Litteratur beschriebenen Fällen von nasoethmoidaler Cephalocele sind bei Weitem die meisten nur ihres chirurgischen Interesses halber aufgeführt, und es ist daher hier immer der Hauptwerth auf Beschreibung der klinischen Symptome, der differentialdiagnostisch wichtigen Momente und der therapeutischen Maassnahmen und ihrer Erfolge gelegt, — eine genaue anatomische Beschreibung aber findet sich nur in ganz wenigen Fällen.

Da es sich bei der unten folgenden Beschreibung einer nasoethmoidalen Cephalocele nur um die Schilderung der in diesem Falle vorhandenen Veränderungen am knöchernen Schädel handelt, soll bei der jetzt folgenden kurzen Mittheilung über die bis jetzt anatomisch genau beschriebenen Fälle auch nur auf die wichtigsten Veränderungen an den Schädelknochen eingegangen werden, soweit sie für den vorliegenden Fall von besonderer Bedeutung sind.

1. Clar (8) beschreibt einen von einem 10jährigen Kinde stammenden Schädel mit nasoethmoidaler Cephalocele: an demselben fehlte die Crista galli; von den Nasenbeinen und Stirnfortsätzen des Oberkiefers waren nur kleine Rudimente einerseits am Stirnbein, andererseits am Oberkiefer vorhanden. Die Thränenbeine fehlten. Das Siebbein war mehr als $^1/_2$ Zoll von seiner Verbindungsstelle mit dem Stirnbein nach unten gedrückt.

2. In einem zweiten, von Clar an gleicher Stelle beschriebenen Falle bildete das verkürzte, nach abwärts gedrückte Siebbein die hintere, die beiden nach abwärts und aussen gedrängten inneren Ränder der Orbitaltheile des Stirnbeines die seitliche, und der hintere Rand der Spina frontalis des Stirnbeines nebst der hinteren Fläche der Nasenbeine die vordere Begrenzung des Bruchcanales. Auch hier waren die Stirnfortsätze des Oberkiefers nur als Rudimente vorhanden.

3. Der von Schmitt (9) mitgetheilte Fall zeigte folgende Verhältnisse. Von den Stirnfortsätzen des Oberkiefers und von den Nasenbeinen waren nur kleine Knochenstückchen an der Vereinigungsstelle mit dem Stirnbein vorhanden. Der Ursprung der Processus frontales maxillae war durch zwei spitze Erhabenheiten gekennzeichnet, die Thränenbeine fehlten. Das Siebbein war nach unten gedrückt und mehr als $^1/_2$ Zoll von seiner Verbindungsstelle mit dem Stirnbein entfernt; es bildete den Boden des nach aussen führenden Canales.

4. In dem von Ried (10) beobachteten Falle wurde die innere Oeffnung des Cephalocelencanales oben vom Stirnbein, unten vom vorderen Theil des Siebbeines, seitlich „von den verlängerten Fortsätzen des Stirnbeines zum Siebbein“ begrenzt. Ried betrachtet sie deshalb als ein erweitertes Foramen caecum. Die obere Wand des Canales wird gebildet von den Nasenbeinen und von seitlichen accessorischen Nasenknochen, welche wie jene an dem unteren runden Ausschnitt des Stirnbeines angefügt sind; die untere Wand wird von der Siebplatte hergestellt. Die Augenhöhlen sind auffallend weit und ihr Vertikaldurchmesser ist grösser als der Querdurchmesser. Der Winkel zwischen Stirnbein und Nasenbeinen ist fast ein gerader, die Nasenbeine sind abnorm klein, aber von normaler Form. Die neben ihnen gelegenen accessorischen Nasenknochen fasst Ried als isolirt verknöcherte Theile der Stirnfortsätze des Oberkiefers auf. Die mit dem Oberkieferkörper in Zusammenhang stehenden Theile der letzteren sind nur ganz rudimentär. Die Thränenbeine haben einen eigenthümlichen stacheligen Fortsatz nach oben und vorn.

5. Grosse Aehnlichkeit mit diesen Fällen von reiner nasoethmoidaler Cephalocele zeigt der von Muhr (11) beschriebene Schädel eines 42jährigen Mannes mit Cephalocele anterior. An diesem setzte sich die Schädelhöhle durch einen trichterförmigen Canal, welcher die Stelle des Foramen caecum einnahm, nach aussen fort. Derselbe endigte am unteren Rande der Nasenbeine mit einer schlitzförmigen Oeffnung; er zeigte hier also in seinem Verlauf ganz analoge Verhältnisse, wie in den vorigen Fällen, nur bildete er nicht in seiner ganzen Ausdehnung die Bruchpforte, sondern der doppelseitige Bruch trat durch seitliche Oeffnungen links in die Orbita, rechts in die Gesichtsfläche.

6. Die von Küster (12) publicirte Beschreibung einer Meningocele nasoethmoidalis, die eventuell anatomische Details enthält, war mir nicht zugänglich.

Der jetzt näher zu beschreibende Schädel mit nasoethmoidaler Cephalocele wurde mir von Herrn Prof. Dr. Spalteholz zur Beschreibung übergeben, der ihn unter den Beständen der Leipziger anatomischen Sammlung auffand. Er stammt von einem Manne mittleren Lebensalters, dessen Leiche

in die hiesige Anatomie eingeliefert wurde. Leider wurde aber das Vorhandensein der Cephalocele erst mehrere Jahre nach der Maceration des Schädels bemerkt, so dass es unmöglich war, noch nachträglich Nachforschungen bei Angehörigen u. s. w. anzustellen. An der frischen Leiche soll nichts als ein mässiger Grad von Sattelnase zu bemerken gewesen sein.

Dieser Schädel (s. Taf. X, Figg. 1 u. 2) zeigt als auffälligste Erscheinung einen aus der vorderen Schädelgrube nach aussen führenden Canal, den knöchernen Theil der Bruchpforte. Die innere Oeffnung derselben erblickt man von der Innenfläche des Schädels aus in der Gegend des Foramen caecum, die äussere Oeffnung bei der Betrachtung des Schädels von vorn unterhalb der Nasenbeine. In der Profilansicht hat die äussere Oeffnung die Gestalt eines nach hinten oben stark eingezogenen Einschnittes. Bei genauerer Betrachtung ergeben sich folgende Verhältnisse.

Die innere Oeffnung des Canales liegt annähernd in der Mittellinie und hat im Allgemeinen die Form einer Ellipse, deren von hinten nach vorn verlaufende, grosse Axe $2 \cdot 6^{cm}$ und deren kleine, von links nach rechts verlaufende $1 \cdot 8^{cm}$ beträgt. Nur im rechten vorderen Quadranten ist die Ellipsenform erheblich gestört: hier ist der Contour stark nach innen eingebuchtet. Dies ist die Folge davon, dass sich die Crista frontalis am vorderen Rande der Oeffnung nach der rechten Begrenzung derselben wendet, sich hier abflacht und so eine starke Verdickung des Knochens bewirkt. Auf der linken Seite ist die Oeffnung — ebenso wie die vordere Schädelgrube überhaupt — weiter ausgebuchtet, als auf der rechten. Die Ebene der inneren Oeffnung ist von vorn oben nach hinten unten geneigt. Der vordere Rand wird vom Stirnbein gebildet, das direct unter diesem Rande in nach oben zugespitztem, rechts etwas eingedrücktem Bogen endigt, da die Spina frontalis vollständig fehlt. Seitlich wird die Oeffnung begrenzt von den Orbitaltheilen des Stirnbeines und hinten durch den vorderen Rand der stark nach unten und hinten verschobenen Siebplatte und der Crista galli. Im rechten hinteren Quadranten wird die Begrenzung zum Theil noch gebildet von einem eigenthümlichen, dem Orbitaltheil des Stirnbeines dort aufliegenden Knochenplättchen. Dasselbe ist rings von Nähten umgeben, welche es an der unteren Seite gegen das Siebbein, sonst gegen das Stirnbein abgrenzen. Es hat eine unregelmässig-ovale Gestalt mit einem annähernd von oben nach unten verlaufenden grössten Durchmesser von ca. 1^{cm} und schlägt sich von der Innenfläche des Schädels in die seitliche Wandung des Cephalocelencanales um. Jeder dieser beiden Flächen gehört es mit etwa der Hälfte seiner Oberfläche an. Seine Zugehörigkeit ist unklar.

Bereits der vorn an das Jugum sphenoidale sich anschliessende Theil der oberen Fläche des Keilbeinkörpers verläuft in ganz abnorm starker

Neigung von hinten oben nach unten vorn, und in demselben Sinne noch stärker geneigt ist die sich daran anschliessende Siebplatte, deren laterale Partien sich aufwärts biegen. Dieselbe scheint geradezu eingedrückt zwischen die beiden Labyrinthe, so dass lateralwärts jederseits ein Stück Labyrinth höher hinaufragt. Seitlich von diesen Partien des Labyrinthes streben dann steil die hochgewölbten Orbitaltheile des Stirnbeines empor. Die Crista galli ist stark entwickelt und weicht nach rechts ab. Durch das starke Herabtreten des Siebbeines wird eine Vertiefung gebildet, welche in den nach aussen führenden Canal übergeht.

Die mediale und laterale Wand des Labyrinthes convergiren stark nach oben zu und bilden eine Kante; ebenso findet sich am medialen Rande der Pars orbitalis ossis frontis an Stelle der sonst vorhandenen zwei parallelen Knochenleisten nur eine Kante. Beide Kanten, die des Labyrinthes und die des Stirnbeines, laufen von vorn nach hinten und stossen auf einander; zwischen ihnen liegen die kurzen Foramina ethmoidalia. Da die Labyrinthe die Siebplatte seitlich überragen, liegt auch die Naht zwischen den beiden eben erwähnten Kanten oberhalb derselben, und beide Foramina ethmoidalia münden direct aus der Augenhöhle in die vordere Schädelgrube.

Die oben genau beschriebene Oeffnung ist der Eingang zu dem nach aussen führenden Canal, dessen Axe von hinten oben nach unten vorn verläuft, und der sich nach abwärts zu in der Richtung von vorn nach hinten stark verengert, lateralwärts stark verbreitert. Die vordere Wand desselben, welche ziemlich senkrecht nach unten verläuft, wird gebildet von den Nasenbeinen und zwei seitlich von diesen gelegenen Knochen, welche die Gestalt eines rechtwinkeligen Trapezes mit den Nasenbeinen anliegender Basis und nach unten gerichteter Spitze haben und etwa um ein Drittel kleiner, aber circa doppelt so breit wie jene sind. Die Nasenbeine setzen sich an dem oben erwähnten, an der Schädelinnenfläche spitzbogenförmigen, an der Aussenfläche stumpfwinkeligen unteren Ausschnitt des Stirnbeines fest, welcher sich an Stelle der fehlenden Spina frontalis befindet. Seitlich von ihnen legen sich an's Stirnbein die eben erwähnten trapezförmigen Knochen an; diese entsprechen ihrer Lage und Form nach den obersten Partien des Stirnfortsatzes des Oberkiefers und sind auch jedenfalls als isolirt verknöcherte Theile der sonst nur in ihren untersten Partien äusserst kümmerlich ausgebildeten Oberkieferstirnfortsätze aufzufassen.

Seitlich ist der Canal nur eine sehr kurze Strecke weit knöchern begrenzt und zwar beiderseits von der etwas nach aussen umgebogenen inneren Fläche der Pars orbitalis des Stirnbeines, links ausserdem von einem kleinen Schüppchen des Siebbeinlabyrinthes und rechts an der entsprechenden Stelle, aber in viel grösserer Ausdehnung von dem oben beschriebenen Knochenplättchen unbekannter Zugehörigkeit.

Die hintere untere Wand des Canales wird in der Mittellinie gebildet durch den stark nach unten vorn in die Länge gezogenen, verbreiterten, vor der Crista galli gelegenen Theil der oberen Kante der Lamina perpendicularis; ferner durch die seitlich davon gelegenen, jederseits bis mehr als 1 cm aus einander reichenden Blätter des Siebbeinlabyrinthes. Dieselben fassen links eine tiefe hintere und eine kleinere flache vordere, rechts nur eine grosse flache Grube zwischen sich. Die genannte obere Kante der Lamina perpendicularis und das obere Ende des inneren Labyrinthblattes sind durch eine Knochenplatte theilweise mit einander verbunden, die jedenfalls darauf zurückzuführen ist, dass die Verknöcherung des knorpeligen Nasendaches weiter gegangen ist als sonst. Ferner betheiligen sich an der Bildung der unteren Wand des Canales noch die verbreiterten, rauhen oberen Enden der verkümmerten Oberkieferstirnfortsätze.

Die äussere Oeffnung des Canales wird begrenzt: oben von der unteren Kante der Nasenbeine und der isolirt verknöcherten oberen Theile der Oberkieferstirnfortsätze, seitlich von der etwas nach aussen umgebogenen freien unteren Kante der Pars orbitalis des Stirnbeines, welche sich normaler Weise mit dem Thränenbein zur Sutura frontolacrymalis vereinigen würde. Rechts betheiligt sich an der Bildung dieser Begrenzung ausserdem ein ganz kleines Stück von einer Spitze des oben beschriebenen Knochenplättchens unbekannter Deutung sowie die äusseren Blätter des Siebbeinlabyrinthes und die oberen Enden der verkümmerten Oberkieferstirnfortsätze. Die vordere Begrenzung wird noch zum Theil durch die Processus frontales maxillae, ferner durch den vorderen Rand der inneren Siebbeinblätter, durch das abnormer Weise verknöcherte Stück des knorpeligen Nasendaches und durch die vordere obere Ecke der Lamina perpendicularis gebildet.

Direct mit der Einschiebung eines so umfangreichen Canales an der Nasenwurzel hängen folgende Veränderungen des Schädels zusammen: Die Orbitaltheile des Stirnbeines sind aus einander gedrängt, ihre unteren freien Kanten nach aussen umgebogen. Das Nasengewölbe ist stark abgeflacht und sehr breit; die Nasenbeine stehen senkrecht nach abwärts; der Winkel, den sie mit dem Stirnbein bilden, ist fast ein gerader. Der mediale Rand des Aditus orbitae verläuft statt in einem nach innen convexem Bogen fast geradlinig vertical: dadurch ist der Querdurchmesser der Orbita etwas verkleinert, so dass ihm der verticale, welcher sonst kleiner zu sein pflegt, gleich kommt.

Die kümmerliche Ausbildung des Processus frontalis maxillae bewirkt, dass die innere untere Ecke des Orbitalrandes statt ihrer gewöhnlichen Abrundung einen fast rechten Winkel darstellt. Das rechte Thränenbein trägt einen in der Verlängerung der Crista lacrymalis posterior nach oben

und etwas lateralwärts stehenden Fortsatz, wie ihn auch Ried in seinem Falle gefunden hat, das linke zeigt normale Verhältnisse.

Die Stirnfortsätze überragen nur um Weniges den unteren Rand der Orbita. An ihrem Ursprung vom Corpus maxillae liegt jederseits eine dreieckige, nach vorn in sagittal-verticaler Ebene hervorragende Knochenplatte. Dieselben bilden — in gewissem Grade functionell für die Nasenbeine eintretend — zusammen mit den ausserordentlich stark entwickelten Spinae nasales anteriores die einzige knöcherne Stütze der Nase, die eben in Wahrheit erst unterhalb des Cephalocelencanales beginnt. Das Dach der Nase wird von der oben beschriebenen verbreiterten oberen Kante der Lamina perpendicularis und von den inneren Lamellen des Siebbeinlabyrinthes gebildet, die mit jener durch die abnormer Weise verknöcherte Partie des knorpeligen Nasendaches verbunden sind.

Der Schädel zeigt sonst keine Abnormitäten oder Varietäten, die mit der vorliegenden Missbildung in Zusammenhang gebracht werden könnten; nur ist die vordere Schädelgrube in mässigem Grade insofern asymmetrisch, als die linke Hälfte derselben — namentlich nach vorn zu — stärker ausgebuchtet ist als die rechte, und die Crista frontalis um ein Geringes nach rechts verschoben ist.

Aus dem Mitgetheilten noch einmal besonders hervorzuheben ist das Fehlen der Spina frontalis, ein Umstand, welcher, da er öfters bei Encephalocele nasoethmoidalis gefunden wurde, Holl (13) Anlass zu theoretischen Erörterungen über die Entstehung dieser Art des Hirnbruches gegeben hat.

Ried (10) meinte, den Bruchcanal der nasoethmoidalen Cephalocele als ein offen gebliebenes Foramen caecum betrachten zu dürfen; aber schon Muhr (11) machte die Bemerkung, dass zu einem Verständniss der Bruchpforte dieser Cephalocelen unsere Kenntnisse über Wesen und Entstehung des Foramen caecum noch viel zu gering seien. Holl glaubte nun, dass die Resultate seiner Untersuchungen über das Foramen caecum und dessen Entwickelung einiges Licht über die Entstehung der vorliegenden Form von Hirnbruch verbreiteten. Seine diesbezüglichen Ausführungen sind kurz recapitulirt folgende. Das Foramen caecum ist eine der Spina frontalis zukommende Bildung. Die Anlage der letzteren findet man gewöhnlich gegen Ende des ersten Lebensjahres; vorher legt sich die Crista galli mit zwei langen Flügeln an das vordere Ende der Incisura ethmoidalis des Stirnbeines, so dass zwischen ihr und dem letzteren eine grosse Lücke besteht; in dieser befindet sich ein mit der Dura mater in Zusammenhang stehender Bindegewebspfropf, welcher die Grundlage für die Bildung der Spina nasalis abgiebt. Indem er als Matrix dient, verknöchern zunächst die seitlichen und vorderen Theile seiner Peripherie, so dass die sich bildende Spina frontalis zunächst aus einer nach hinten offenen, den Pfropf

vorn und seitlich umschliessenden Knochenrinne besteht, welche sich erst später hinten und unten schliesst, um endlich die Gestalt der fertigen Spina frontalis mit einem blind endigenden Canal in ihrem Innern anzunehmen. Unter Umständen kann nun die Bildung der Spina frontalis ausbleiben: es persistirt dann zwischen dem vorderen Rande der Siebplatte und der Incisura ethmoidalis des Stirnbeines jene oben genannte Lücke, welche, von der Dura überbrückt, den von dieser ausgehenden Fortsatz enthält. „Berücksichtigt man", sagt Holl, „dass, wenn es zu keiner Bildung einer Spina frontalis gekommen ist, an dieser Stelle die Schädelbasis nur einen häutigen Verschluss durch die Dura mater besitzt, so wird man die Möglichkeit der Entstehung einer Cephalocele anterior an dieser Stelle zugeben müssen; der Weg derselben muss dann genau derselbe sein, wie der, welchen der Fortsatz der Dura genommen hat." Zur Erhärtung dafür, dass die Entstehung dieser vorderen Cephalocele auf einem Ausbleiben der Entwickelung der Spina frontalis beruht, erwähnt Holl zwei Schädel des Grazer pathologisch-anatomischen Museums mit dieser Art von Hirnbruch, an welchen die Spina frontalis fehlt. Auch im vorliegenden Falle und in dem von Ried beschriebenen (s. oben 4.), ebenso in einem von Pilcher (14) erwähnten Fall war dieselbe nicht vorhanden. In den übrigen Fällen finden sich keine Angaben über Fehlen oder Vorhandensein derselben; nur in dem 2. Falle von Clar war sie trotz ausgesprochener, den übrigen Fällen ganz gleichgearteter Cephalocele nasoethmoidalis vorhanden. Es liegt also sehr nahe, einen engeren Zusammenhang zwischen dem Fehlen der Spina frontalis und dem Vorhandensein — nicht der Entstehung! — des vorderen Hirnbruches anzunehmen. Auf keinen Fall richtig scheint mir jedoch die Holl'sche Ansicht, dass das Fehlen der Spina frontalis eine Disposition für die Entstehung der Cephalocele abgäbe. Denn die Anlage der Spina frontalis findet sich, wie auch Holl selbst anführt, erst am Ende des ersten Lebensjahres, ein wirklicher Hirnbruch dagegen ist stets angeboren. Es besteht noch nach der Geburt, also zu einer Zeit, in der eine eventuelle Cephalocele schon längst zur Ausbildung gelangt ist, an allen normalen Schädeln dieselbe nur von Dura überbrückte, von einem bindegewebigen Pfropf ausgefüllte Lücke, in welcher sich erst nachträglich die Spina frontalis entwickelt. Diese Lücke kann um so weniger eine Disposition für Cephalocele bewirken, als sie (wie ich mich selbst überzeugt habe) nur wenige Millimeter Durchmesser hat und von Knochen umgeben ist, die zwar noch bindegewebig zusammenhängen, aber doch einen sehr festen Verschluss bilden. Man könnte nicht verstehen, wie abnormer Druck zu einer Erweiterung dieses Canales und nicht zu einer Ausbuchtung der Fontanellen führen sollte. Die Entstehung der Cephalocele liegt vielmehr viel weiter im Fötalleben zurück und ist von ganz anderen, bis jetzt noch

unbekannten und in verschiedenen Fällen vielleicht verschiedenen Ursachen abhängig, auf die hier nicht eingegangen werden soll.

Man sieht also, dass nicht das Fehlen der Spina frontalis, sondern das Vorhandensein der Cephalocele das primäre ist. Das häufige Zusammentreffen beider Befunde erklärt sich jedenfalls daraus, dass in vielen Fällen, wenn der Hirnbruch eben schon die Stelle einnimmt, an welcher sich eigentlich der für die Spina frontalis als Matrix dienende Pfropf bilden sollte, secundär die Entwickelung dieses Knochenfortsatzes ausbleibt. Doch muss dies nicht in allen Fällen stattfinden, sondern es ist wohl denkbar, dass auch neben den nach aussen vordringenden Hirntheilen noch durch Knochenbildung von Seiten der Dura eine Spina frontalis sich entwickeln kann. Auf diese Weise erklärt sich wohl der zweite Fall von Clar, bei welchem sich in der vorderen Wand des Bruchcanales, der sonst dem oben beschriebenen ganz entsprach, eine wohl entwickelte Spina frontalis vorfand.

Um welche Form von Cephalocele handelt es sich nun im vorliegenden Falle? um Meningo-, Cenencephalo- oder Hydrencephalocele? Die Ansicht Spring's (15), dass jeder Form der Cephalocele ein bestimmter Sitz zukomme, ist von Larger (4) als falsch erwiesen worden; doch ist wenigstens zu erwähnen, dass die Meningocele an der Nasenwurzel nur äusserst selten vorkommt, während die anderen beiden Formen gerade diese Stelle bevorzugen. Speciell für Cenencephalocele spricht aber im vorliegenden Falle das Alter des Mannes, da nur bei dieser Form, so weit bis jetzt bekannt ist, ohne erfolgreiche Radicaloperation das Pubertätsalter überschritten werden kann. Der strikte Beweis aber dafür, dass es sich in unserem Falle um eine reine Cenencephalocele handelt, wurde erst durch einen auf Anrathen des Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. His angefertigten Gypsausguss der Schädelhöhle und des Hirnbruchcanales erbracht, welcher an den dem Canal angehörigen Partieen deutliche Gyri und Sulci erkennen liess (s. Taf. X, Fig. 3).

Zum Schluss sei es mir gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Spalteholz, von welchem ich die Anregung zu der vorliegenden Arbeit empfangen habe, und Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. His, welcher mir in liebenswürdigster Weise gestattet hat, das Präparat zu veröffentlichen, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Litteraturverzeichniss.

1. Houel, Mémoire sur l'encephalocèle congénitale. *Arch. gén. de méd.* 1859. 5. Série. T. XIV. p. 409 ff.

2. Beely in Gerhardt's *Handbuch der Kinderkrankheiten.* Tübingen 1880. Bd. VI. Abth. II.

3. Citirt ebenda.

4. Larger, De l'exencephale (encephalocèle congénitale). *Arch. gén. de méd.* 1877. Mai, Juillet.

5. Miller, Ein seltener Fall von Hirnbruch. *Jahrbuch für Kinderkrankheiten.* Leipzig 1886. N. F. Bd. XXV. S. 195—216.

6. Lindfors, Zur Lehre von den angeborenen Hirnbrüchen und deren chirurgischer Behandlung. *Sammlung klinischer Vorträge,* begründet von R. v. Volkmann. N. F. Leipzig 1898. Nr. 222/223.

7. Heineke, Die chirurgischen Krankheiten des Kopfes. *Deutsche Chirurgie,* herausgegeben von Lücke und Billroth. Stuttgart 1882. Cap. X.

8. Clar, Ueber den angeborenen Hirnbruch. *Zeitschrift der Gesellschaft Wiener Aerzte.* 1851. Sept. S. 712.

9. Schmitt, *Medicinisches Correspondenzblatt bayrischer Aerzte.* Erlangen 1842. S. 12.

10. Ried, Ueber die angeborenen Hirnbrüche in der Stirn- und Nasengegend. *Münchener illustrirte medicinische Zeitung.* 1852. S. 133.

11. Muhr, Beitrag zur Kenntniss der Encephalocele anterior. *Archiv für Psychiatrie.* 1878. Bd. VIII. S. 181.

12. Küster, Encephalo-Meningocele nasoethmoidalis. *Medicinisch-chirurgisches Centralblatt.* Wien 1882. S. 414.

13. Holl, Ueber das Foramen caecum des Schädels. *Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Classe.* 1893. November. Bd. CII. Abth. III.

14. Pilcher, Anterior meningoencephalocele. *Transact. Amer. Surg. Assoc.* Philadelphia 1895. Vol. XIII. p. 478.

15. Spring, Monographie de la hernie du cerveau et de quelques lésions voisins, accomp. de 9 pl. *Mém. de l'acad. Belgique.* T. III.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. X.)

Fig. 1. Ansicht des Schädels von rechts und vorn.

Fig. 2. Ansicht der Schädelbasis von oben.

Fig. 3. Ansicht des Gypsabgusses von rechts vorn und unten. Der aus dem Knochencanal vorstehende Zapfen ist unten und an den Seiten glatt gefeilt.

Die Abbildungen sind unmittelbare Photographieen der Originale.

Vergrösserung: ca. $^3/_4$.

Das Lungenläppchen, seine Blut- und Lymphgefässe.

Von

W. S. Miller,
University of Wisconsin, Madison.

(Aus dem Laboratorium für Vertebrate Anatomy der University of Wisconsin und aus der Anatomischen Anstalt zu Leipzig.)

(Hierzu Taf. XI—XIII.)

In früheren Arbeiten (23) habe ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die lufthaltigen Räume der Lunge und über ihre Blutgefässe veröffentlicht. Dabei ging ich besonders vom Standpunkte der vergleichenden Anatomie aus, um zu zeigen, dass es unmittelbare Communicationen weder zwischen den einzelnen Läppchen, noch zwischen den einzelnen Luftsäckchen (Infundibula) giebt.[1]

Es scheint mir unerlässlich, vorliegende Abhandlung mit einer kurzen Zusammenfassung meiner früheren Ergebnisse einzuleiten, nicht nur, um letztere den Fachgenossen möglichst klar zu machen, sondern auch, weil nur bei ihrer genauen Kenntniss die Anordnung der Lymphgefässe vollständig verständlich ist.

Eine vollständige Uebersicht über die Arbeiten älterer Untersucher ist dabei überflüssig, und es genügt der Namen: Malpighi (21), Willis (41), Reisseisen (29), Moleschott (25), Rossignol (30) und Adriani (1) Erwähnung zu thun. Nur auf die Angaben von Kölliker (15, 16), Waters (39) und Schulze (33) muss ich etwas genauer eingehen, werde

---

[1] Hansemann (10) hat neuerdings winzige Oeffnungen (Poren) zwischen den Alveolen beschrieben, doch kann ich diese um so weniger als normale Bildungen anerkennen, als sich gegen seine Präparationsmethode schwerwiegende Einwürfe machen lassen. In einer späteren Arbcit werde ich ausführlicher auf diesen Punkt eingehen.

dies aber, um Wiederholungen zu vermeiden, erst im Verlaufe der Arbeit bei den einzelnen Punkten thun.

Wer sich ausführlicher über diese Seite unseres Gegenstandes unterrichten will, findet einen ganz ausgezeichneten geschichtlichen Abriss in Waters' (39) Abhandlung; für die später erschienenen Arbeiten verweise ich auf die von mir (23) gegebene Zusammenstellung.

Um das Studium des histologischen Baues der Lunge und das Verständniss der Beziehungen ihrer verschiedenen Theile zu einander möglichst zu vereinfachen, theilen wir die Lunge in kleine Abschnitte ein, welche wir „Läppchen" nennen.

Jedes solche „Läppchen" besteht aus einem Endabschnitt des Bronchialbaumes und aus den mit ihm verbundenen Lufträumen, sowie aus den verschiedenen Blutgefässen, Lymphgefässen und Nerven, welche diesen Theilen zugehören.

So erhalten wir in der Lunge eine „Einheit", welche in der Vielzahl vorhanden ist, und welche sich als solche am Aufbau der Lunge betheiligt.

Der Zweck dieser Abhandlung ist es nun, zu zeigen, wie die verschiedenen Elemente in dieser „Einheit" angeordnet sind. Dabei ergiebt sich schon aus dem Gegenstand selbst eine Eintheilung in drei Abschnitte:

1. die Lufträume,
2. die Blutgefässe,
3. die Lymphgefässe.

Ich werde sie im Folgenden auch in dieser Reihenfolge besprechen.

Lufträume.

An dieser Stelle beabsichtige ich nicht die grobe Anatomie des Bronchialbaumes zu besprechen, da dies bereits von Aeby (2) in sorgfältiger Weise geschehen ist. Seiner Eintheilung der Bronchi in „eparterielle" und „hyparterielle" stimme ich vollständig bei, wenn sie auch von einigen Autoren, Ewart (9) u. A., in Frage gezogen worden ist.

Für die Richtigkeit der Beobachtungen Aeby's scheinen mir ebenso die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von His (12) zu sprechen, wie auch die Antworten, welche auf die dritte Frage des „Committee of collective investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland" für das Jahr 1892/93 eingingen (46). Diese Frage lautete: „The arrangement of the branches of the right bronchus and their relations to the pulmonary artery." Zu ihrer Beantwortung wurde über 130 Fälle berichtet, welche sich folgendermaassen ordnen lassen:

a) In 110 Fällen war ein eparterieller Bronchus vorhanden = 85 Proc.

b) In 13 Fällen lag die Arterie vor dem Bronchus und in gleicher Höhe mit ihm = 10 Proc.

c) In 6 Fällen lag die Arterie höher als der Bronchus = 4 Proc.

d) In 1 Fall fand sich eine abnorme Vertheilungsweise der Bronchien = 1 Proc.

Mir scheinen nach einer sorgfältigen Prüfung dieser Fälle diejenigen, welche unter b) aufgezählt sind, eigentlich auch zur Abtheilung a) zu gehören. Unter dieser Annahme würden aber 95 Proc. der untersuchten Fälle die Anwesenheit eines eparteriellen Bronchus erkennen lassen.

Wenn wir entweder dem Hauptbronchus oder einem der seitlichen Aeste in seinen monopodischen Verzweigungen folgen, so kommen wir schliesslich an einen Punkt, wo der glatte, röhrenförmige Charakter des Bronchus verschwindet, und wo wir an allen Seiten des Bronchus kleine Ausbuchtungen finden (Fig. *f* und Taf. XI, Fig. 1). Diese Ausbuchtungen (Alveoli) sind zuerst von Rossignol (30) beschrieben und dann von Kölliker (15) bestätigt worden. Sie finden sich in gleicher Weise an den folgenden Abschnitten und an den Endverzweigungen des Bronchus (Taf. XI, Fig. 1).



Fig. *a*. Zwei kleinste Lungenläppchen (*aa*) mit den Luftzellen (*bb*) und den feinsten Bronchialästen (*cc*), an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugeborenen. 25 Mal vergr. Halbschematische Figur. Copie nach Kölliker (15, Fig. 281).

Bis zu diesem Punkt stimmen die Autoren im Allgemeinen überein. Ueber die Gebilde aber, welche weiterhin folgen, gehen die Angaben aus einander. Dass dies der Fall ist, darf uns nicht Wunder nehmen bei den Schwierigkeiten, welche die Untersuchung dieses Theiles der Lunge bietet.

Ehe ich nun aber über die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen berichte, muss ich kurz die Angaben von Kölliker, Waters und Schulze anführen, auf welche ich schon hingewiesen habe.

Kölliker's (15, 16) Untersuchungen müssen dabei ganz besonders erwähnt werden, da sie viele werthvolle Angaben über das Epithel der Lunge und über den Bau der Bronchien enthalten. In seiner „Mikroskopischen Anatomie“ (15) verwirft er zwar die von Rossignol eingeführte, leicht irreleitende Bezeichnung „Infundibulum“, nimmt sie aber in seiner späteren Veröffentlichung (16) wieder auf.

Das Endstück des Bronchus, das er später „Alveolargang“ nennt, läuft nach Kölliker's Beschreibung in einen einzigen, länglichen Hohlraum aus, in den sich eine verschiedene Anzahl von Alveolen öffnen; diese Alveolen erscheinen als Ausbuchtungen des centralen Hohlraumes (Infundibulum). Auch der „Alveolargang“ besitzt zahlreiche Alveolen, welche sich in ihn

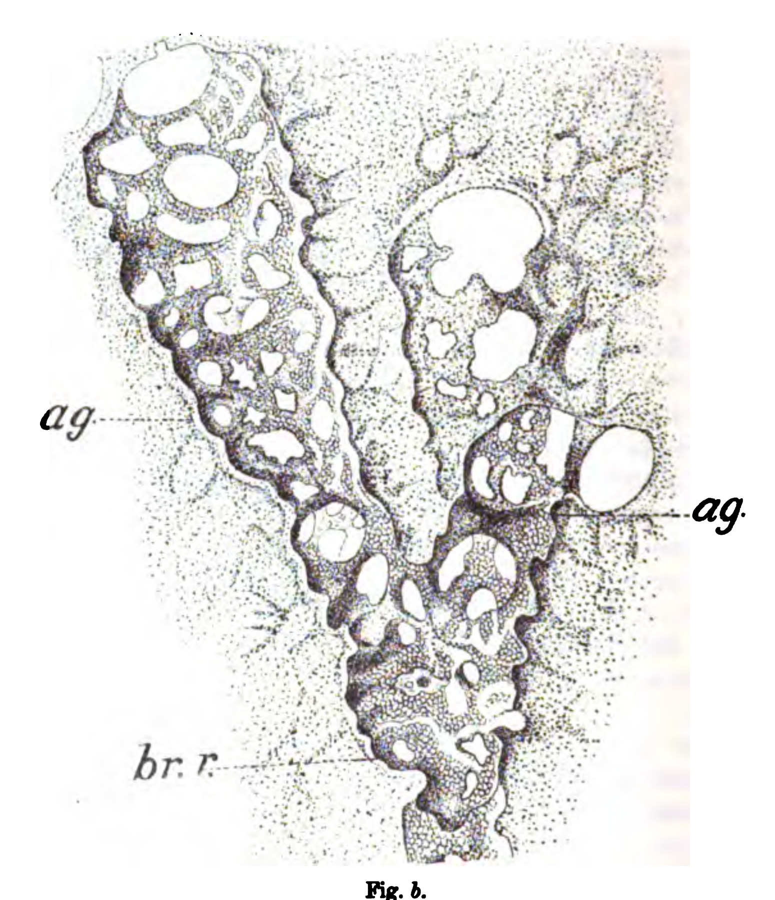


Fig. b.
Bronchiolus respiratorius (*br. r.*) und zwei Alveolengänge (*ag.*) vom Hunde. 85 Mal vergrössert. Copie nach Kölliker (16, Taf. IV, Fig. 18).

öffnen (Figg. *a* und *b*). Besonders wichtig sind dabei Kölliker's Angaben über die Anwesenheit glatter Muskeln. Er sagt (16, S. 20): „Mit Leichtigkeit liessen alle Alveolengänge zarte Züge glatter Muskeln in ihrer Wand erkennen, die vorwiegend circulär verliefen, und ausserdem am Eingange einer jeden wandständigen Alveole und eines jeden Infundibulum einen Ring bildeten, der wie ein Schliessmuskel erschien. Dagegen fehlten in der

Alveolenwandung und in den die Alveolen eines Infundibulum trennenden Septa die Muskeln ganz und gar."

Kölliker's Untersuchungen förderten demnach unsere Kenntniss vom Bau der Lunge durch den Nachweis, dass jeder Endast eines Bronchus nicht in ein einfaches Bläschen endigt, sondern in einen centralen Hohlraum, in welchen sich zahlreiche Alveolen öffnen, und dass diese centralen Hohlräume, „Infundibula", nicht mit einander communiciren. Er stellte die Anwesenheit eines Epithels in den Lufträumen fest und zeigte, dass glatte



Fig. *c*.

Zeichnung eines „ultimate bronchial tube" und einer damit zusammenhängenden Gruppe von Luftsäckchen (eines „Lobulette") vom Menschen.

a = der „ultimate bronchial tube"; *b* = das erweiterte Ende des letzteren; *cc* = einzelne Luftsäckchen; *ee* = Oeffnungen anderer Luftsäckchen, welche unter den gezeichneten liegen; sechs Luftsäckchen sind sichtbar, die nach dem gemeinsamen Centrum hin convergiren. Die Grenzen der Alveolen sind angedeutet. Copie nach Waters (39, Fig. 14).



Fig. *d*.

„Ultimate bronchial tube" und die mit ihm verbundenen Luftsäckchen von der Katze.

a = „ultimate bronchial tube"; *b* = erweitertes Ende des letzteren, die Vereinigungsstelle aller Luftsäckchen; *ccc* = Luftsäckchen; *dd* = Alveolen; *ee* = Oeffnungen, die in andere Luftsäckchen führen. Bei *f* ist ein Theil der Wand zwischen zwei anderen Luftsäckchen sichtbar, welche nicht in die Zeichnung mit einbezogen werden konnten. Die Zeichnung ist mit der Camera lucida angefertigt worden. Copie nach Waters (39, Fig. 16).

Muskeln in den Wänden der Lufträume jenseits des „Alveolarganges" nicht vorhanden sind.

Die Frage nach dem Epithel der Lufträume und Bronchien will ich hier nicht berühren, sondern mir für einen besonderen Aufsatz aufsparen.

Waters (39) (Figg. *c* und *d*) führt einen neuen und, meiner Meinung nach, besseren Namen, „Air-sac", an Stelle des unpassenden Namens „Infundibulum" ein und geht einen Schritt weiter als Kölliker, indem er nachweist, dass jeder „ultimate bronchial tube" mit einer Anzahl von

„Luftsäckchen“ [1] zusammenhängt. Die Luftsäckchen werden als längliche Räume beschrieben, welche mit dem „ultimate bronchial tube“ durch eine rundliche Oeffnung in Verbindung stehen. Zwei oder mehr Luftsäckchen können sich dabei vereinigen und gemeinsam mit einer dieser Oeffnungen ausmünden. Der distale Abschnitt jedes „ultimate bronchial tube“ erweitert sich, und die Gruppe von Luftsäckchen, welche mit ihm zusammenhängen, strahlen radiär von dieser Erweiterung aus und bilden zusammen ein „Lobulette“. Die Luftsäckchen theilen sich nach der Peripherie zu oft gabelig. Alveolen sind nicht nur an den Luftsäckchen, sondern auch am „ultimate bronchial tube“ vorhanden.

Ueber die Anwesenheit glatter Muskeln sagt er: „Ich habe diese Fasern bis in den „ultimate bronchial tube“ verfolgt und zweifle nicht daran, dass sie dort vorhanden sind; sie hören am Anfange der Alveolen auf.“

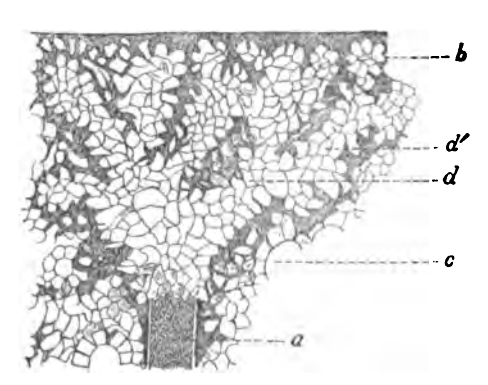


Fig. e.
Schnitt aus einer mit Alkohol gefüllten und erhärteten Katzenlunge. Vergr.: 12 : 1.
a = Bronchialendzweig; bb = Infundibula; cc = Querschnitte von Alveolengängen; dd = Längsschnitte von Alveolengängen.
Copie nach Schulze (33, Fig. 126).

Schulze's (33) Arbeit über die Lunge ist von ganz besonderem Interesse, da sie Vieles enthält, das vom Standpunkte der vergleichenden Anatomie aus werthvoll ist.

Schulze's Zeichnung vom Bau der Lunge (Fig. e) ähnelt derjenigen von Waters, weicht aber in den Unterabtheilungen der lufthaltigen Räume ab.

Schulze führt den Namen „Alveolargang“ für diejenigen Abschnitte ein, welche nach den Infundibula hinführen und mit Alveolen besetzt sind. Seine Zeichnung und Beschreibung ist nicht ganz klar, und ich war nicht im Stande, aus ihnen festzustellen, wie weit sich sein „Alveolargang“ erstreckt.

Auf eine specielle Anfrage hat jedoch Hr. Prof. Schulze die grosse Liebenswürdigkeit gehabt, mir folgende Definition seines „Alveolarganges“ zu geben, welche alle Schwierigkeiten beseitigt. Er schreibt: „dass ich unter Alveolengängen nur solche Canal- oder Gangbildungen verstanden habe oder verstehe, welche ringsum mit Alveolen besetzt sind. Ich bin der

[1] Luftsäckchen = air-sac = infundibulum. Stöhr gebraucht den Namen „Endbläschen“, der mir nicht so gut scheint. (Anm. von W. Spalteholz.)

Ueberzeugung, dass gelegentlich, aber nicht immer, einzelne Alveolen oder Alveolencomplexe auch schon vor den Alveolengängen an einem Bronchiolus auftreten können; dadurch würde aber der letztere noch nicht zu einem Alveolengange."

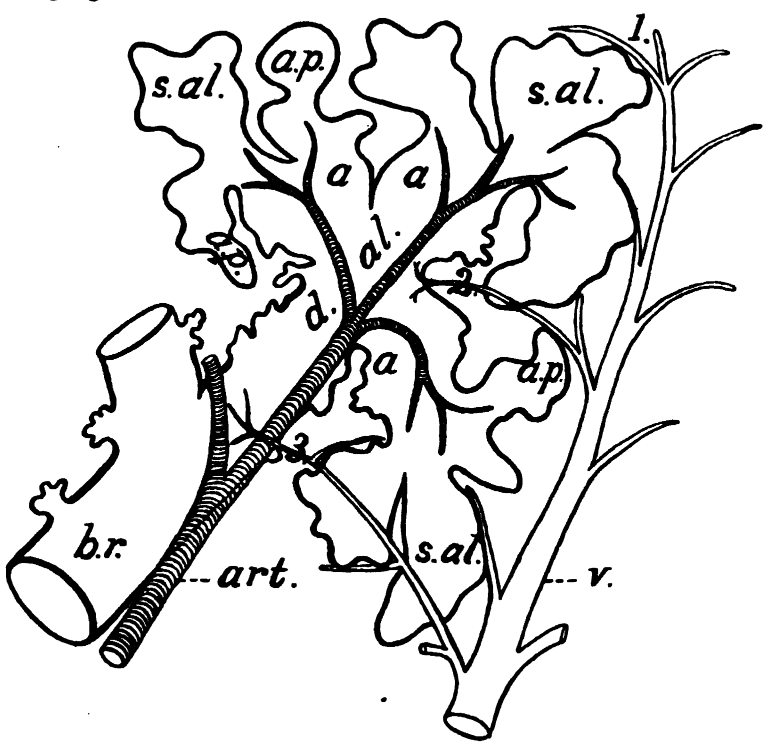


Fig. *f*.
Schematischer Durchschnitt eines Lungenläppchens, der die Beziehung der Blutgefässe zu den Lufträumen zeigt. Vergr.: ca. 35 : 1.

b. r. = Bronchiolus respiratorius; *d. al.* = Ductulus alveolaris (die Buchstaben *al.* stehen im erweiterten distalen Ende desselben); ein zweiter Ductulus alveolaris ist abgeschnitten gezeichnet; *a. a. a.* = Atria; *s. al.*, *s. al.* = Sacculi alveolares; *a. p.*, *a. p.* = Alveoli pulmonis; *art.* = A. pulmonalis mit ihren Aesten zu den Atrien und Sacculi; *v.* = V. pulmonalis mit Aesten von der Pleura (*1*), vom Ductulus alveolaris (2) und von der Theilungsstelle des Bronchiolus respiratorius (*3*).

Daraus geht hervor, dass der Alveolargang von Schulze nicht bloss die letzte Abzweigung des Bronchus ist; der Name soll vielmehr den ganzen zu den Infundibula hinführenden Abschnitt des Röhrensystemes bezeichnen, der allseitig Alveolen besitzt.

Dieser „Alveolargang" von Schulze ist also nicht mit demjenigen von Kölliker identisch, obwohl er ihm sehr nahe kommt. Beide besitzen

Alveolen und haben glatte Muskelfasern in ihrer Wandung. Schulze sowohl, wie Waters und Kölliker konnten keine glatte Muskelfasern jenseits des Alveolarganges finden.

Als Ergebniss meiner eigenen Untersuchungen (23) fand ich, dass der letzte Ast des Bronchus, den ich „Terminal bronchus" (Alveolargang) nannte, sich an seinem distalen Ende etwas erweitert, ehe er sich in das Paren-

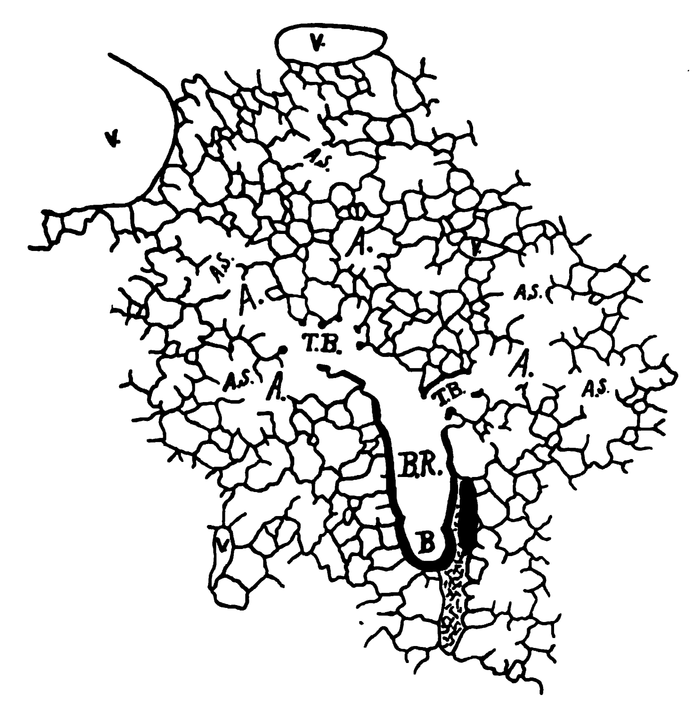


Fig. 9.

Camera lucida-Zeichnung eines Schnittes aus einer Katzenlunge. Vergr.: 20 : 1. *B.* = Bronchiolus; *B.R.* = Bronchiolus respiratorius; *T.B.*, *T.B.* = Ductuli alveolares („terminal bronchi"); *A.*, *A.* = Atria; *A.S.*, *A.S.* = Sacculi alveolares („air-sacs", Infundibula). Die übrigen Räume sind Abschnitte von Sacculi, sowie Alveolen. *V.*, *V.* = Vv. pulmonales; man beachte ihre Lage zu den Bronchien. Die A. pulmonalis ist als gleichmässig schwarzer Strang gezeichnet, der, etwas schräg angeschnitten, im Bindegewebe neben dem Bronchiolus respiratorius liegt. Das eine Atrium hängt zwar auf diesem Schnitte nicht direct mit dem Ductulus alveolaris zusammen, gehört aber doch zu ihm; einige Schnitte weiter in der Serie ist der Zusammenhang deutlich.

chym der Lunge auflöst. Aus diesem erweiterten Endstück des „Terminal bronchus" führen 3 bis 6 ziemlich runde Oeffnungen in annähernd sphärische Hohlräume, denen ich den Namen „Atria" gegeben habe. Jedes „Atrium" wiederum hängt mit einer Anzahl grösserer und unregelmässigerer

Hohlräume („Air-sacs") zusammen, welche an ihrer Oberfläche kleine Vorbuchtungen („Air-cells") tragen (Figg. *f*, *g* und Taf. XI, Fig. 1).[1]

Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass die „Air-sacs" (Infundibula, Luftsäckchen) nicht unmittelbar mit dem „Terminal bronchus" (Alveolargang) zusammenhängen, wie es gewöhnlich beschrieben wird, sondern dass zwischen jedem Luftsäckchen und dem Alveolargang noch ein Hohlraum eingeschaltet ist, der sich regelmässig in allen Theilen der Lunge findet, und dem ich den Namen „Atrium" gegeben habe.

Einige Autoren behaupten zwar, dass der Abschnitt, den ich als „Atrium" bezeichnet habe, identisch sei mit dem „Alveolargang" von Schulze und Kölliker, doch beruht diese Angabe nur auf einer irrigen Auffassung meiner Beschreibung und meiner Abbildungen. Das Atrium ist durchaus verschieden davon und ein bisher unbekannter Luftraum.

Der „Alveolargang" Kölliker's ist ein länglicher Raum, besitzt, wie ich gezeigt habe, glatte Muskelfasern in seiner Wandung und hängt nur mit einem einfachen Infundibulum zusammen. Der „ultimate bronchial tube" von Waters und der „Alveolargang" von Schulze sind ebenso länglich, röhrenförmig, haben gleichfalls glatte Muskelfasern in ihren Wänden, communiciren aber nicht nur mit einem einzigen Infundibulum, sondern mit einer Gruppe von solchen. Der Luftraum dagegen, dem ich den Namen „Atrium" gegeben habe, ist nicht röhrenförmig, sondern von mehr oder weniger deutlich kugeliger Gestalt; seine Wände besitzen keine glatten Muskelfasern, sondern gleichen in ihrem Bau durchaus denen der Luftsäckchen (Infundibula). Was seine Grösse anlangt, so ist er viel kleiner als die Luftsäckchen, und seine Oberfläche ist genau so wie diejenige des Alveolarganges und der Luftsäckchen mit zahlreichen Alveolen besetzt.

Der Bau des von mir „Terminal bronchus" genannten Abschnittes ist demjenigen des „Alveolarganges" von Schulze ähnlich. Er ist länglich, röhrenförmig, und eine grosse Menge von Alveolen öffnet sich in ihn. Ebenso besitzt er eine deutliche Schicht glatter Muskelfasern; diese sind ringförmig um die Oeffnungen angeordnet, welche in die Atrien und Alveolen führen, genau so, wie dies Kölliker an der oben erwähnten Stelle für die Infundibula und Alveolen beschrieben hat.

Jenseits des „Terminal bronchus" konnte auch ich keine glatten

[1] Die von mir früher (23) gebrauchten Bezeichnungen „Vestibulum" und „Air-sac passage" habe ich jetzt fallen gelassen, da sie die Nomenclatur unnöthiger Weise verwickelt machen, und da sie nur Oeffnungen zwischen Lufträumen bezeichnen sollten, selbst aber keinen Luftraum umschliessen.

Muskelfasern finden. Sie fehlen in der **Wandung** der **Atrien**, der **Luftsäckchen** und **Alveolen**.

Derjenige Abschnitt des Bronchialbaumes, von dem sich der „Terminal bronchus" abzweigt, (Bronchiolus respiratorius, BNA) besitzt ebenfalls Alveolen, die sich in ihn öffnen. In einigen Fällen fand ich auch Luftsäckchen (Infundibula) und sogar Atrien, die mit zwei oder mehr Luftsäckchen in Verbindung standen, von diesem Theile des Bronchialbaumes abgehen.

Nach den Abbildungen von Kölliker, Waters und Schulze besitzen die Infundibula (Air-sacs, Luftsäckchen) eine längliche Form, und Luschka (20) führt an, dass die Infundibula unmittelbar unter der Pleura in ihrer Form rundlicher sind, als die tiefer in der Lunge gelegenen. Diese Angaben konnte ich nicht bestätigen. Ich habe sehr viele Luftsäckchen aus allen Theilen der Lunge und von verschiedenen Säugethieren, einschliesslich des Menschen, reconstruirt und finde, dass die Luftsäckchen überall eine ausserordentlich unregelmässige Gestalt besitzen, und dass es für sie in den verschiedenen Abschnitten der Lunge durchaus keine constante Form giebt.

Es ist sehr schwierig, die verschiedenen Beschreibungen von den Abschnitten der Lunge mit einander in Einklang zu bringen, da die Autoren es unterlassen haben, die einzelnen Abtheilungen scharf von einander abzugrenzen. Die verschiedenen Schemata vom Lungenläppchen sind in gleicher Weise verwirrend, und es ist bis jetzt noch kein Versuch gemacht worden, festzustellen, welche Theile einander entsprechen. Auch die Namengebung ist eine ungleichmässige; Schäfer (32, S. 183) hat sogar in Folge eines Missverständnisses bei seiner schematischen Abbildung der Lunge den Ausdruck „Atrium" für einen Abschnitt verwandt, der deutlich das erweiterte Ende eines „Terminal bronchus" ist.

Der von der Nomenclatur-Commission an die Anatomische Gesellschaft erstattete Bericht (5) scheint mir ein Schritt vorwärts zu sein, fügt aber doch eine neue Liste von Namen den bisher gebräuchlichen zu.

In der folgenden Tabelle habe ich nun versucht, die hauptsächlichsten Autoren zusammenzustellen und die von ihnen gebrauchten Namen auf einander zu beziehen:

Miller	BNA	Schäfer	Schulze	Kölliker
Bronchus III	Bronchiolus respiratorius	Bronchial tube	Alveolargang	Alveolargang
Terminal bronchus	Ductulus alveolaris	Lobular bronchus		
Atrium		Air-sac	Infundibulum	Infundibulum
Air-sac				
Air-cell	Alveolus pulmonis	Air-cell	Alveole	Alveole

Indem ich nun die von der Anatomischen Gesellschaft angenommene Nomenclatur (5) weiter verfolge, komme ich zu einer Namengebung, die von allen früheren abweicht. Ich schlage vor, in dem Absatz „Pulmo“ (5, S. 59) nach „Ductuli alveolares“ einzuschalten:

„Atria“,
„Sacculi alveolares“.

Letzterer Ausdruck würde an die Stelle des jetzigen „Infundibula“ treten. Das würde die Nomenclatur viel gleichmässiger machen und mit dem bedenklichen Ausdruck „Infundibulum“ aufräumen. Die feineren Abtheilungen der Lunge würden demnach sein:

	Englisch	Deutsch
Bronchioli		
Bronchioli respiratorii		
Ductuli alveolares	Terminal bronchi	Alveolargang
Atria		
Sacculi alveolares	Air-sacs	Luftsäckchen (s. S. 202 Anm.)
Alveoli pulmonis	Air-cells	

Ich bin überzeugt, dass Manche auch gegen diesen Vorschlag Einwände zu machen haben und für „Sacculi alveolares“ und „Alveoli pulmonis“ die einfacheren Namen „Air-sac“ (Luftsäckchen) und „Air-cell“ vorziehen werden.

Blutgefässe.

Wir haben in der Lunge zwei Arten von Blutgefässen zu betrachten, die Vasa pulmonalia und die Vasa bronchialia.

Die Vasa pulmonalia bestehen aus den Verzweigungen der A. pulmonalis, aus den Aesten der Vv. pulmonales und aus dem reichen Netzwerk von Capillaren, welches beide mit einander verbindet.

Arterien. Im Lungenhilus liegen Bronchus, Lungenarterie und Lungenvenen dicht bei einander, in der Lunge selbst aber weichen sie in ihrem Verlaufe von einander ab.

Die Lungenarterie folgt dem Bronchus genau in allen seinen Unterabtheilungen. Anfangs haben Bronchus und Arterie beinahe denselben Durchmesser; an der Stelle aber, wo die Arterie in ihr Läppchen eindringt, ist sie beträchtlich schmaler, als der Bronchus, den sie begleitet; ihr Durchmesser beträgt nur ungefähr $^1/_4$ oder $^1/_5$ von demjenigen des Bronchus.

Gewöhnlich wird angegeben, dass die Arterie dem Bronchus in seinen Unterabtheilungen bis zu den feineren Aesten folgt, sich dann aber rascher

theilt als der Bronchus. Dies kann sich aber nur auf die alte Idee vom Bau der Lunge beziehen

Nun habe ich aber bereits gezeigt, dass die feineren Abschnitte der Bronchien anders angeordnet sind: der Alveolargang lässt die Atrien abgehen und diese wiederum die Luftsäckchen, welche zusammen das Läppchen bilden.

Sobald die Arterie das distale Ende des Alveolarganges erreicht hat, zerfällt sie in so viel Aeste, als dort Atrien vorhanden sind. Bisweilen finden wir auch, dass der Ast für das an der unteren Seite des Alveolarganges, also am tiefsten gelegene Atrium, bereits abgeht, kurz bevor die Arterie in das Läppchen eindringt (Taf. XI, Fig. 1). Jeder dieser Aeste giebt zuerst seitliche Zweige an die Wände der Atrien und zerfällt dann in feine Aestchen, welche sich an die dem Centrum des Läppchens zugewandte Seite der Luftsäckchen vertheilen (Fig. *f* und Taf. XI, Fig. 1).

Die früher behauptete raschere Aufzweigung der Arterie ist also nur eine scheinbare, denn die Arterie folgt in Wirklichkeit bei ihrer Astbildung nur den Verzweigungen des Alveolarganges; aber diese waren eben den älteren Untersuchern unbekannt.

Die Endvertheilung ist nun eine durchaus constante; jeder arterielle Zweig löst sich, sobald er an das Luftsäckchen herantritt, in eine Anzahl feiner Aestchen auf, welche in den Rinnen zwischen den Alveolen gelegen sind. Diese Aestchen zerfallen schliesslich in das Capillarnetz, das sich in der Wand der Alveolen ausbreitet. Aus diesem Netzwerk wiederum nehmen die meisten Lungenvenenäste ihren Ursprung.

Ausserordentlich selten nur findet man Aeste der Lungenarterie an der Peripherie eines Läppchens oder an der Oberfläche der Pleura.

Anastomosen zwischen Aesten der Lungenarterie konnte ich niemals finden, obwohl sie von einigen Autoren beschrieben werden.

Capillaren. Die Capillaren, in welche die Aeste der Lungenarterie zerfallen, bilden in der Lunge ein sehr dichtes Netzwerk, dessen Maschen, wie Schulze (33) ausgeführt hat, ausserordentlich eng sind, enger oft als der Durchmesser der Capillaren, von welchen sie umgeben werden.

Aus diesem Capillarnetz entwickeln sich die Wurzeln kleinster Venen, und diese liegen genau an der entgegengesetzten Seite, wie die Arterien. Zwischen dem letzten Aestchen, welches sicher noch als arteriell bezeichnet werden kann, und zwischen dem ersten, ausgesprochen venösen Zweige zählt man gewöhnlich 20 bis 25 Capillarmaschen.

Dieses Capillarmaschenwerk ist innerhalb der Wandung der Luftsäckchen gelegen und bildet so einen Theil von ihr. Dabei findet sich, wie Rainey (28) ermittelte, in jeder einzelnen Scheidewand nur eine einzige

Lage von Capillaren, so dass das Maschennetz zwei oder mehreren sich berührenden Luftsäckchen gemeinsam ist.

Das dicht unter der Pleura gelegene Capillarnetz hat viel weitere Maschen, als dasjenige in der Tiefe der Lunge; die Maschen des ersteren sind ungefähr viermal weiter, als diejenigen des letzteren (Taf. XII, Fig. 3).

Venen. Der Verlauf der Lungenvenen ist durchaus verschieden von demjenigen der Lungenarterien. Sie liegen, mit einer später zu erwähnenden Ausnahme, stets an der Peripherie des Läppchens, während die Arterien innerhalb desselben zu treffen sind (Fig. *f* u. Taf. XI, Fig. 1).

Die Lungenvenen sammeln sich aus dreierlei verschiedenen Quellen und müssen dementsprechend gesondert beschrieben werden. Diese Quellen sind:

a) das Capillarnetz, in welches sich die Lungenarterie auflöst,

b) das Capillarnetz der Pleura und

c) das Capillarnetz in der Wand der Bronchien.

Dabei ist zwar b) nur ein Abschnitt von a), wird aber seiner eigenthümlichen Lage wegen dennoch besser gesondert betrachtet.

a) Venen, welche aus dem Capillarnetz der Lungenarterie entspringen. Die Wurzeln dieser Venen bilden sich in der bereits beschriebenen Weise und liegen an derjenigen Seite des Luftsäckchens, welche der Peripherie des Läppchens zugekehrt ist. Dabei verlaufen sie nicht, wie die entsprechenden arteriellen Aestchen zwischen den Alveolen, sondern über denselben weg.[1]

Der grössere Theil der Lungenvenen nimmt seinen Ursprung aus diesem Maschenwerk. Die entstehenden kleinen Venenstämmchen finden sich an der Peripherie des Läppchens und liegen auf Schnitten möglichst weit von den Bronchien entfernt (Fig. *g*).

b) Venen, welche aus dem Capillarnetz der Pleura entspringen. Ausnahmsweise sendet die Lungenarterie ein Aestchen zu der Pleura, welches sich plötzlich in Capillaren auflöst, die das gleich zu beschreibende Netzwerk bilden helfen. Gewöhnlich zerfällt aber die Lungenarterie in der oben (S. 208) beschriebenen Weise in Capillaren. Diese Capillaren bilden an der Pleuraoberfläche der Lungensäckchen ein weitmaschiges Netz, aus dem die Venenwurzeln abgehen (Taf. XII, Fig. 2). In der Regel bilden zwei oder drei, bisweilen auch vier dieser Wurzeln ein kleines Venenästchen unmittelbar unter der Pleura (Taf. XII, Fig. 3), welches sich plötzlich der Peripherie eines Läppchens entlang zu einem tieferen Abschnitt der Lunge wendet (Fig. *f* und Taf. XII, Fig. 2).

[1] Vgl. *Journal of Morphology*. Vol. VIII. Taf. VIII, Fig. 16.

Die Anastomosen zwischen den Capillaren der Pleura sind ausserordentlich zahlreich, so dass das durch eine bestimmte Arterie zugeführte Blut durch mehrere verschiedene Venen wieder abfliessen kann.

Küttner (17), Zuckerkandl (44, 45), Schäfer (32) und andere Autoren weisen das in der Pleura gelegene Capillarnetz dem System der Bronchialgefässe zu. Dass dies nur auf einem Missverständniss beruhen kann, wird meiner festen Ueberzeugung nach jeder beim Studium meiner Abbildungen von selbst finden.

Obwohl ich zahlreiche gelungene Injectionen der Bronchialarterien gemacht habe, sah ich doch niemals ein Stämmchen oder Aestchen von ihr aus zur Pleura ziehen.

Aus dieser Beschreibung erkennt man, dass die Pleura ihr Blut von Capillaren erhält, welche von der Lungenarterie abstammen, und dass es nur diese allein sind, welche das Capillarnetz der Pleura versorgen.

An den Rändern der Lunge sind die Wurzeln der Lungenvenen gewöhnlich sehr deutlich gesondert und oberflächlich gelegen; man hat sie daher oft mit anderen Gefässen verwechselt.

c) Venen, welche aus dem Capillarnetz in der Wand der Bronchien entspringen. Ich beabsichtige nicht, hier eine genaue Darstellung der Bronchialgefässe zu geben; um aber die erwähnten Venen beschreiben zu können, ist es nothwendig, auch kurz die Vertheilung der Bronchialarterie zu erörtern.

Die Bronchialarterie bildet in der Wandung der Bronchien ein Netzwerk von Gefässen, dessen Maschen in der Verlaufsrichtung der Bronchien in die Länge gezogen sind.

Ueberall, wo ein Bronchialast, sei es vom Hauptbronchus oder von einem seiner Zweige, abgeht, vereinigen sich mehrere Capillaren an gegenüberliegenden Seiten des Bronchus zu kleinen Venenwurzeln; diese, gewöhnlich zwei, bisweilen auch drei an Zahl, fliessen weiterhin zu einem kleinen Venenästchen zusammen, das sofort noch andere feinere Venen aufnimmt, die von den Luftsäckchen kommen (Fig. *f* und Taf. XII, Fig. 4). So entstehen zwei Venen, je eine an jeder Seite des Bronchus. Jede derselben verläuft gewöhnlich zwischen den Läppchen, nimmt noch weitere Venen von den Luftsäckchen auf und mündet bald in eines der Venenstämmchen ein (Fig. *f* und Taf. XI, Fig. 1).

Durch die Abgabe dieser Venenwurzeln an jeder Theilungsstelle des Bronchus wird das Maschennetz der Bronchialgefässe schliesslich so reducirt, dass es an den Alveolargängen nur aus einigen wenigen Capillaren besteht, aus welchen am distalen Ende jedes Bronchus genau in derselben

Weise, wie es eben für die Abgangsstellen der Bronchialäste beschrieben worden ist, zwei kleine Venenwurzeln hervorgehen (Fig. *f* und Taf. XIII, Fig. 6).

Diese kleinen Venen bilden die einzige Ausnahme von der Regel, dass die Venen immer an der Peripherie des Läppchens liegen; denn sie verlaufen durch das Läppchen selbst unter Aufnahme kleiner Aeste von den benachbarten Luftsäckchen und vereinigen sich mit einem der Venenstämmchen an der Peripherie des Läppchens (Taf. XI, Fig. 1). Die Bronchialgefässe erstrecken sich nicht über die Alveolargänge hinaus.

Diese Venen bilden sich also nicht in der Weise, wie es Zuckerkandl (44, 45) geschildert hat.

In kurzer Zeit hoffe ich, die Frage von den Bronchialgefässen im Einzelnen erörtern zu können.

Lymphgefässe.

Die früheste Erwähnung der Lymphgefässe der Lunge findet sich, so weit ich feststellen konnte, in den Schriften von Olaf Rudbeck (1651 bis 1654); doch hat er anscheinend nicht mehr gesehen, als die oberflächlichen Gefässe.

Die Untersuchungen der folgenden Zeit können wir übergehen, bis wir zu den Arbeiten von Mascagni (22) und Cruikshank (7) kommen. Diese beiden Autoren geben an, dass die Lymphgefässe in zwei Schichten gesondert sind, eine oberflächliche und eine tiefe, welche mit einander in Verbindung stehen. Sie beschränken dabei ihre Darstellung der Lymphgefässe ausschliesslich auf die oberflächliche Schicht und sagen nur Weniges über diejenigen Gefässe, die sich innerhalb der Lunge finden.

Im neunzehnten Jahrhundert haben Wywodzoff, Sikorsky, Sappey, Klein und v. Wittich dazu beigetragen, unsere Kenntnisse von den Lymphgefässen der Säugethierlunge zu erweitern, und Jeder von ihnen hat seine Untersuchungen auch auf die tiefe Lage von Gefässen, d. h. auf diejenigen in der Lunge selbst, ausgedehnt.

Von denjenigen, welche die Lymphgefässe der Lungen tieferstehender Thiere untersucht haben, verdient Hoffmann (13) besondere Erwähnung.

Wywodzoff (43) bearbeitete die Lymphgefässe in der Lunge des Hundes und Pferdes. Die Hunde wurden durch Injection von grossen Dosen Opiumtinctur in die Blutgefässe getödtet. Dann wurde der Thorax eröffnet und eine Ligatur um die Lungenwurzel gelegt. Weiterhin wurden die Vasa pulmonalia mit Carminleim injicirt und die Lungen für einige Stunden in Alkohol gelegt; schliesslich wurden dann die Lymphgefässe mit

einer durch Berliner Blau gefärbten Leimmasse injicirt. Er verwandte dabei einen Quecksilberapparat für constanten Druck, macht aber leider keine Angabe über die Höhe des angewandten Druckes.

Als Ergebniss seiner Arbeiten führt er Folgendes an:

Die Lymphgefässe entspringen aus feinen Lymphcapillaren, die in den Wänden der Alveolen gelegen sind; diese laufen den Blutcapillaren nicht parallel, sondern kreuzen sie häufig. Ebenso finden sich in der Wandung der Alveolen Lymphräume ohne eigene Wandung, in welchen sich die Lymphe sammelt. Die Hauptstämme der Lymphgefässe sind theils in der Adventicia der Blutgefässe gelegen, theils begleiten sie die Bronchien; beide Arten von Gefässen hängen mit einander zusammen. Die oberflächlichen oder Pleura-Lymphgefässe bilden ein Netzwerk um die Läppchen und besitzen keine Klappen, nur die tiefen Lymphgefässe enthalten Klappen. An der Stelle, wo die Venen an die Oberfläche der Lunge treten, geht ein Ast aus dem Capillarnetz der Pleura ab und begleitet jede Vene auf ihrem Verlaufe durch die Lunge; dieses Lymphgefäss vereinigt sich innerhalb der Lunge mit anderen Gefässen, welche theilweise von den Bronchien, theilweise von anderen Blutgefässen herkommen.

Sikorsky (34) injicirte in die Lungen von Hunden und Katzen eine wässerige Lösung von ammoniakalischem Carmin. Nach dem Tode des Thieres fand sich der Carmin zwischen dem Flimmerepithel des Bronchus, und von da gingen feine Gefässe aus, welche in der Mucosa und Submucosa verliefen und Anastomosen bildeten. Aus diesem Netzwerk entwickelten sich Hauptstämmchen, welche stärker und stärker wurden, je mehr sie sich dem Hilus der Lunge näherten. In den Wänden der Alveolen war ein Netzwerk vorhanden aus feinen Canälen und aus „Knotenräumen", die von dreieckiger oder sternförmiger Gestalt waren und in den Maschen der Blutcapillaren lagen; die feinen Lymphcanäle liefen bisweilen über, bisweilen unter den Blutcapillaren weg. Von diesem Netzwerke gingen kleine Gefässe ab, welche in der Adventicia der Arterie und Vene verliefen.

In seiner späteren Veröffentlichung (35) thut er seiner früheren Untersuchungen keine Erwähnung und lässt sie offenbar fallen.[1] Er beschreibt, dass die Lymphgefässe der Pleura an den subpleuralen Alveolen entstehen; sie anastomosiren mit einander und bilden eventuell Stämmchen, welche in den Furchen[2] zwischen den Lappen zum Hilus der Lunge verlaufen.

[1] Ich stütze mich dabei auf die Angaben von v. Wittich (42) und Hoffmann (13), da ich selbst die betreffende Arbeit nicht in den Händen gehabt habe, noch auch einen Auszug aus ihr finden konnte.

[2] Vgl. Klein, *Anatomy of the the Lymphatic System*. Vol. II. p. 11.

Sappey (31) giebt an, dass die Lymphgefässe in der Lunge drei getrennte Plexus bilden, welche jedes Läppchen umgeben und mit denjenigen der benachbarten Läppchen so anastomosiren, dass zwischen zwei aneinander stossenden Läppchen nicht zwei verschiedene Netzwerke vorhanden sind, sondern nur ein einziges, genau so, wie es mit den Blutcapillaren zwischen zwei benachbarten Luftsäckchen der Fall ist. Er lässt die Eintheilung der Lymphgefässe in oberflächliche und tiefe nicht gelten, denn beide sind, wie er sagt, überall innig mit einander verbunden, und es ist unmöglich, die einen zu injiciren, ohne auch die anderen mit zu füllen. Die oberflächlichen (Pleura-) Gefässe entstehen an den subpleuralen Läppchen und sind zu unregelmässig polyedrischen Ringen mit vier, fünf oder sechs ungleichen Seiten angeordnet. Diese Gefässe besitzen einen überraschend grossen Durchmesser.

Von Klein's (14) Untersuchungen kann ich nur einen kurzen Abriss geben. Er theilt die Lymphgefässe der Lunge in drei Abtheilungen, je nach ihrem Ursprung:

a) in den Wänden der Alveolen,
b) in der Wandung der Bronchien und
c) in der Pleura pulmonalis.

Die erste Abtheilung kann weiter abgetheilt werden in subpleurale Lymphgefässe (oberflächliche) und perivasculäre (tiefe). Erstere liegen an der Oberfläche der Lunge, letztere in der Substanz der Lunge selbst, wo sie die Aeste der Vasa pulmonalia begleiten. Die Wurzeln dieser letzteren Art von Gefässen sind „represented by irregular lacunae and anastomosing canals, being the spaces for the branched connective tissue corpuscles; it gives origin to lymphatic vessels which are provided with a special endothelial wall".

Die zweite Abtheilung entsteht in der Adventicia der Bronchien; sie werden peribronchiale Lymphgefässe genannt. Ihre Wurzeln sind „represented by irregular lacunae and anastomosing canals in the mucosa; in the more external parts, i. e. in the adventitia by smaller or larger spaces, owing to the different arrangement of the connective-tissue fasciculi .... They are in communication with the larger trunks of the perivascular lymphatics".

Die Wurzeln der dritten Abtheilung liegen in der Pleura pulmonalis und „are also interfascicular lacunae communicating with one another by a few canals". Sie entleeren sich in die subpleuralen Lymphgefässe.

Aus dieser Zusammenfassung geht hervor, dass die subpleuralen Lymphgefässe zweierlei Ursprung haben, erstens aus den Alveolen und zweitens von der Pleura her. Klein sagt weiter: „With regard to the lymphatic

vessels of the pulmonary pleura, I have very little doubt that they are in free communication with the pleural cavity, i. e. that there exist stomata amongst the epithelium of the free surface".

v. Wittich (42) band eine Canüle in die Trachea des lebenden Thieres und liess aus einer Bürette, welche durch ein Klammer oberhalb der Canüle befestigt war, eine Lösung von indigschwefelsaurem Natron tropfenweise hineinfliessen. So konnte er 10 bis 13 ccm Lösung im Verlaufe von zwei Stunden in die Lunge fliessen lassen; nach dieser Zeit tödtete er die Thiere. Er fand dann nicht beide Lungen gleichmässig von der Lösung gefärbt, sondern stets nur einen einzelnen Lappen, der gewöhnlich ein unterer war.

Die Lunge wurde im Stadium der tiefen Exspiration entfernt und in Alkohol, der eine geringe Menge Aether enthielt, übertragen. Schnitte, durch Trocknen und Einlegen in Kreosot durchsichtig gemacht, zeigten dann unter dem Mikroskop ein Netzwerk blauer Linien, an denen hier und da Knotenpunkte sichtbar waren, ähnlich den Bildern, wie sie von Sikorsky beschrieben sind.

Dagegen war es v. Wittich unmöglich, durch Injection von Silbernitratlösungen Stigmata oder Stomata zwischen den Epithelzellen der Alveolen nachzuweisen; nur konnte er häufig die Intercellularsubstanz färben.

Er nahm an, dass das Netzwerk blauer Linien, welches er erhalten hatte, auf einer Färbung der Intercellularsubstanz beruhe und deutete die von Küttner (17) erhaltenen Resultate in der gleichen Weise.

Untersuchungsmethoden.

Gute Präparate der oberflächlichen und tiefen Lymphgefässe der Lungen zu erhalten, gelingt nur selten, entsprechend den grossen Schwierigkeiten bei der Anfertigung gelungener Injectionen. Wenn man so glücklich ist, ein grosses Lymphgefäss am Hilus zu finden, und jenseits der Klappen eine feine Canüle einsetzen kann, so kann man unter Anwendung eines niedrigen Druckes und unter Ausdehnung desselben auf eine lange Zeit, nicht nur die tiefen Lymphgefässe des Lungenparenchyms selbst, sondern auch diejenigen der Pleura in grösserer oder geringerer Zahl füllen.

Die besten Resultate hat mir die folgende Methode gegeben:

Einem wohlgenährten Hund wird eine Futterportion gegeben, die eine reichliche Menge von Fett enthält. Drei oder vier Stunden später wird dann das Thier mit Chloroform getödtet und die Lungen werden im Zusammenhange mit dem Herzen unmittelbar darauf aus dem Thorax herausgenommen. Alsdann wird die Trachea lang abgeschnitten, und eine Canüle mit kurzem Gummiansatzstück fest in sie eingebunden. Werden dann die Lungen durch Aufblasen mässig ausgedehnt, so sieht man auf der Pleura

gewöhnlich ein unregelmässiges Netzwerk heller Gefässe. Dies sind die Lymphgefässe der Pleura und von den Blutgefässen durch Grösse und Art der Netzbildung leicht zu unterscheiden. Nun wird die Trachealcanüle fest verschlossen, und die Lungen bleiben, wenn sie beim Herausnehmen nicht verletzt worden sind, ausgedehnt.

Bei genauerem Zusehen kann man nahe den Rändern des Lappens, den man für die Injection ausgewählt hat, ein Lymphgefäss entdecken, das die übrigen an Grösse etwas übertrifft. In dieses Gefäss wird nun eine Canüle, die nicht zu gross oder scharf zugespitzt sein soll, sorgfältig in der Richtung gegen den Hilus hin eingeführt; die Ausdehnung der Lunge mit Luft erleichtert dabei beträchtlich das Verfahren, da die Pleura in Spannung erhalten wird. Besondere Sorgfalt muss man aber darauf verwenden, dass die Nadel weder durch das Lymphgefäss hindurch in das Parenchym der Lunge eindringt, noch ausserhalb des Gefässes an der Lunge eine Oeffnung macht.

Ich selbst benutze immer eine Nadel von der Grösse, wie sie zu den gewöhnlichen subcutanen Injectionen gebraucht werden. Genau dazu passend gehört eine besondere Klemmpincette, deren beide lange Arme je eine Rinne in der Tiefe des halben Durchmessers der Nadel besitzen; die Klemme schliesst so, dass sie die Nadel zwar zart, aber doch sicher festhält, und dass die Injectionsmasse nicht daneben ausfliessen kann. Die Form einer Klemmpincette ist dabei absichtlich gewählt, um das Einbinden der Canüle zu vermeiden, da es sich durchaus nicht empfiehlt, eine Ligatur anzubringen.

Als Injectionsmasse benutze ich eine gesättigte Lösung von Berliner Blau, die vor dem Gebrauch jedes Mal frisch filtrirt werden sollte; ferner eine 10 procent. Leimmasse, in der fein pulverisirtes Chromgelb suspendirt ist; oder schliesslich, wenn ich nur die grossen oberflächlichen Lymphgefässe erhalten will, Pansch's Stärkemasse (wenig abgeändert). Das Fliessen der Injectionsmasse ist wesentlich erleichtert, wenn die Pleura während der Injection durch warmes, nicht heisses, Wasser feucht erhalten wird.

Die Einstichmethode ist nicht zu empfehlen, da sie leicht zu einer Diffusion der Injectionsmasse und sicherlich in manchen Fällen auch zu trügerischen Ergebnissen führt, wie ich später noch genauer ausführen will.

Die tiefen Lymphgefässe der Lunge kann man ebenfalls von den Pleuralgefässen aus füllen, wenn man nur die Injection für lange Zeit unter geringem Druck fortsetzt. Der Weg aber, auf dem dies geschieht ist nicht der directe, sondern ein indirecter, da die Anwesenheit von Klappen in den oberflächlichen Gefässen die Injectionsmasse verhindert, unmittelbar in die tiefen Gefässe einzudringen; die Masse muss erst bis

zum Hilus laufen und findet dann dort durch Anastomosen ihren Weg in die tiefen Lymphgefässe.

Obwohl die oberflächlichen (Pleural-) Gefässe eine grosse Zahl von Klappen besitzen, so spricht doch die Beobachtung von Cruikshank (7), dass „the anastomoses between the branches is so great that the moment the injection mass enters one of the larger vessels, it is seen running in every direction“ für die Leichtigkeit, mit welcher die oberflächlichen Gefässe sich injiciren lassen, wenn nur sonst die Bedingungen günstig sind.

Ich möchte besonderes Gewicht darauf legen, dass man beim Injiciren nur geringen Druck anwenden darf, wenn man gute Resultate erhalten will. Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass bei vielen Arbeiten über die Lymphgefässe ein zu hoher Druck benutzt worden ist; ein solcher scheint mir aber fast unvermeidlich, wenn man die Einstichmethode benutzt, oder mit einer Spritze arbeitet.

Nach den Untersuchungen von Noll (26) beträgt beim Hunde der Druck in den Lymphgefässen 8 bis 18 mm Höhe einer Lösung von kohlensaurem Natron. Weiss (40) giebt bei Benutzung einer Lösung desselben Salzes vom specifischen Gewicht 1080 den Druck auf 15 bis 20 mm an. Der Druck wird von den Athmungsbewegungen beeinflusst und ist niedriger während der Inspiration, als während der Exspiration. Beim Füllen fand Weiss den Druck im Ductus thoracicus im Mittel 11·59 mm Hg. Der gleiche Autor stellte auch die mittlere Geschwindigkeit der Lymphe in den grossen Lymphgefässen des Halses beim Pferde auf nur 230 bis 297 mm in der Minute fest; zum Vergleiche bemerke ich, dass Volkmann (38) die Geschwindigkeit des Blutes beim Pferde auf 300 mm in der A. carotis, 232 mm in der A. maxillaris und 56 mm in der A. metatarsea für die Secunde angiebt.

Diese Thatsachen zeigen, dass der Druck beim Injiciren von Lymphgefässen niedrig und lang andauernd sein sollte. Dies kann jedoch bei Anwendung der Spritze oder einer ähnlichen Vorrichtung nie erreicht werden; man muss vielmehr irgend einen Apparat für constanten Druck benützen, der ein genaues Abmessen des Druckes gestattet. Bei meinen Arbeiten pflege ich mit einem Druck von 10 mm Hg zu beginnen, steigere ihn allmählich auf 15 mm und lasse ihn 3 bis 6 Stunden lang einwirken.

Nach Beendigung der Injection fülle ich die Lunge mit kaltem Alkohol wenn ich eine Leimmasse benutzt habe; habe ich dagegen eine Lösung von Berliner Blau angewandt, so ziehe ich zur Injection der Lunge eine warme 2·5 procent. Lösung von doppeltchromsaurem Kalium vor.

Es ist rathsam, auch die Blutgefässe zu injiciren; dies findet besser vor der Injection der Lymphgefässe statt. Dabei kann man die Lungen- und Bronchialgefässe gleichmässig mit Spalteholz' Carminmasse (von

Grübler & Co., Leipzig) injiciren, oder man kann eine Doppelinjection in der Weise vornehmen, dass man die oben erwähnte Chromgelb-Leimmasse in die Pulmonalarterie, die Carmin-Leimmasse in die Pulmonalvenen und in die Bronchialgefässe einspritzt. In jedem dieser Fälle muss man dann die Lymphgefässe mit Berliner-Blau-Lösung injiciren.

Die folgenden Ergebnisse sind mit den eben erwähnten Methoden erhalten worden; ausser diesen habe ich aber noch Reconstructionen nach Born's Plattenmodellir-Methode angefertigt, um die gegenseitigen Beziehungen der Bronchien, Blut- und Lymphgefässe besser klar zu legen.

Bei allen solchen Arbeiten muss man ja auf häufiges Missgeschick vorbereitet sein; denn auch mir ist es genau so, wie anderen Untersuchern ergangen, „I have been able, at one time to show the whole external surface of the lungs covered with the absorbents I had injected; at another time I have not been able to find one", weder oberflächlich, noch in der Tiefe.

Ergebnisse.

Für die Darstellung meiner Ergebnisse wähle ich dieselbe Reihenfolge wie in meiner vorläufigen Mittheilung (24), nämlich:

1. Lymphgefässe der Bronchien,
2. „ „ Arterien,
3. „ „ Venen,
4. „ „ Pleura.

1. Lymphgefässe der Bronchien.

Bei gelungenen Injectionen sieht man auf der hinteren Fläche jedes Bronchus fünf oder mehr prall gefüllte Lymphgefässe vom Lungenhilus her kommen; diese laufen der hinteren Wand des rechten und linken Bronchus entlang und bilden an der Rückwand der Trachea ein Netzwerk, welches mit einer Anzahl Lymphknoten an und unmittelbar über der Bifurcation in Zusammenhang steht.

Diese Gefässe sind reichlich mit Klappen versehen und so gross, dass man sie oft mit unbewaffnetem Auge erkennen kann; am Lungenhilus liegen sie zwischen den Blutgefässen und Bronchien.

Nicht alle Bronchialäste sind in der gleichen Weise mit Lymphgefässen versorgt. Bei denjenigen Aesten, welche noch Knorpelringe haben, sind zwei Plexus von Lymphgefässen vorhanden, einer an der Innenseite des Knorpels unter dem Epithel, der andere an der Aussenseite des Knorpels. Die Gefässe unmittelbar unter dem Epithel sind feiner als diejenigen, welche

an der Aussenseite der Knorpel gelegen sind, wie schon Teichmann (36) erwähnt.

Beide Plexus hängen mit einander durch Aeste zusammen, welche sich um die Enden der Knorpel und um ihren oberen und unteren Rand biegen; so wird jeder Knorpel geflechtartig von Lymphgefässen eingehüllt.

Die feineren Rami bronchiales und Bronchioli weisen nur einen einzigen Plexus von Lymphgefässen auf, der, sehr unregelmässig in Grösse und Form, Maschen bildet, die in der Verlaufsrichtung der Bronchioli in die Länge gezogen sind (Taf. XII, Fig. 5). Dieser Lymphgefässplexus nimmt allmählich sowohl in der Grösse der Gefässe, als auch in der Grösse der Maschen ab, bis er an den Alveolargängen in drei dünnen Gefässen endigt, die an Querschnitten der Alveolargänge ziemlich gleichweit von einander liegen; zwei von ihnen verlaufen zu den Venen, welche an diesem Punkte entspringen, das dritte zieht zur Arterie (Taf. XIII, Fig. 6). Jenseits der Alveolargänge sind keine Lymphgefässe vorhanden.

Es besteht aber nicht nur an den Alveolargängen ein Zusammenhang zwischen den Lymphgefässen der Bronchien und denjenigen der Blutgefässe, sondern es laufen auch an den Theilungsstellen der Bronchien Aeste von dem bronchialen Netzwerk aus zu den Venen, welche dort abgehen, und zu der Arterie; wir haben hier also dasselbe Verhältniss, wie an den Alveolargängen.

Sikorsky (34) und Klein (14) beschreiben feine Gefässe zwischen den Epithelzellen der Bronchien, welche mit den tieferen Gefässen zusammenhängen sollen. Ich selbst habe in keinem meiner Präparate jemals solche Gefässe nachweisen können; auch war ich nicht im Stande, die von Klein erwähnten Pseudo-Stomata aufzufinden. Sikorsky hat auch, wie ich bereits oben angegeben habe, in einer späteren Arbeit (35) dieser seiner oben angeführten Ansicht selbst nicht Erwähnung gethan; er hat sie offenbar aufgegeben.

Die Lymphgefässe der grösseren Bronchien sind mit Klappen versehen; an den Gefässen der feineren Bronchialäste konnte ich solche jedoch nicht nachweisen.

An den Stellen, wo sich Bronchiallymphgefässe mit Lymphgefässen vereinigen, welche die Blutgefässe begleiten, und überhaupt überall, wo Lymphgefässe zusammentreffen, sind kleine dreieckige Erweiterungen (Lacunen) vorhanden; sie sind besonders erwähnenswerth an den Theilungsstellen der Bronchien und scheinen in Zusammenhang zu stehen mit dem adenoiden Gewebe, das an diesen Stellen von Arnold (3), Klein (14), Burdon-Sanderson (6) und Anderen beschrieben worden ist.

Pigment findet sich, wenn es überhaupt vorhanden ist, entlang der Lymphgefässe der Bronchien; an der Theilungsstelle der Bronchien steht es

besonders mit den Lacunen und mit dem dort vorhandenen adenoiden Gewebe in Zusammenhang und entzieht diese oft vollständig dem Anblick (Taf. XIII, Fig. 7).

2. Lymphgefässe der Arterien.

Wir haben soeben gesehen, dass die Lymphgefässe in der Wandung der Bronchien allmählich an Zahl und Grösse abnehmen, und dass schliesslich an jedem Alveolargang nur drei zarte Gefässe übrig bleiben, von denen sich das eine mit den Gefässen vereinigt, welche die Arterie begleiten (Taf. XIII, Fig. 6). Ausserdem findet eine solche Communication zwischen den Lymphgefässen der Bronchien und der Arterien auch jedes Mal da statt, wo die Bronchien Aeste abgeben.

Die grossen Aeste der A. pulmonalis werden der Regel nach von zwei Lymphgefässstämmchen begleitet. Diese verlaufen an entgegengesetzten Seiten der Arterie so, dass das eine von ihnen zwischen dem Bronchus und der Arterie liegt (Taf. XIII, Fig. 7). Zahlreiche Aeste verbinden die beiden Hauptstämmchen mit einander und helfen so um jede Arterie ein Netzwerk aus länglichen Maschen bilden.

Wo die Arterien sich theilen, theilen sich auch die Lymphgefässe, aber der Durchmesser der letzteren nimmt dabei nicht so rasch ab, wie derjenige der Arterien. Kleinere Arterien sind nur von einem einzigen Lymphgefäss begleitet, das im Allgemeinen der Arterie parallel, zwischen ihr und dem Bronchus verläuft.

3. Lymphgefässe der Venen.

Die beiden anderen Lymphgefässe, welche vom Alveolargang abgehen, ziehen, eines auf jeder Seite, zu den kleinen, an dieser Stelle entstehenden Venen (Taf. XIII, Fig. 6) und haben gewöhnlich einen mehr spiraligen Verlauf als diejenigen, welche die Arterien begleiten. Ebenso treten aus dem bronchialen Netzwerk Lymphgefässe an diejenigen Venen heran, die an den Theilungsstellen der Bronchien ihren Ursprung nehmen (Taf. XIII, Fig. 9). Wir finden also an den Stellen, wo die Bronchien Aeste abgeben, dasselbe Verhalten der Lymphgefässe zu den Blutgefässen, wie an den Alveolargängen: von dem Bronchialgeflecht gehen drei Lymphgefässe ab, eines zur Arterie und die zwei anderen zu den Venen.

Schliesslich begleiten auch noch Lymphgefässe diejenigen Lungenvenen, welche zur Pleura gehen. Sie vereinigen sich mit dem Netzwerk der Pleura (Taf. XIII, Fig. 8). Da, wo sich diese Gefässe in letzteres Netzwerk einsenken,

ist stets eine wohl ausgebildete Lacune vorhanden, und wenn sich irgendwo an der Oberfläche der Lunge Pigment findet, so ist dies sicher in der Umgebung dieser Lacune der Fall.

Die kleineren Venen sind ebenso wie die entsprechenden Arterien nur von einem einzigen Lymphgefäss begleitet, während die grösseren Venenstämme zwei und oft drei begleitende Lymphgefässstämmchen besitzen (Taf. XIII, Fig. 9). Diese sind durch zahlreiche Aeste mit einander verbunden, so dass ein Netzwerk mit länglichen Maschen gebildet wird.

Pigment kann sich auch an den Lymphgefässen der Venen finden, ist aber nicht so reichlich, als an denjenigen der Arterien; man vergleiche dazu Taf. XIII, Figg. 7 und 9).

Nach der Angabe von Wywodzoff, Klein u. A. entwickeln sich die Lymphgefässe der Lungenarterien und -venen aus feinen Canälchen, welche in der Wandung der Luftsäckchen (Infundibula) gelegen sind. Solche Canälchen aufzufinden, ist mir selbst aber nicht gelungen. Zwar fand auch ich bisweilen Schnitte, welche ihr Vorhandensein zu beweisen schienen, wenn ich sie für sich allein betrachtete; wenn ich dagegen die ganze Serie durchmusterte, zu der diese Schnitte gehörten, so konnte ich stets nachweisen, dass solche Bilder durch Ruptur einiger Lymphgefässe und nachfolgende Diffusion verursacht waren. Auch glaube ich, dass Niemand die Bilder Wywodzoff's betrachten kann, ohne zu dem Schlusse zu kommen, dass es sich bei ihnen um Kunstproducte handelt. Ich selbst habe niemals Lymph- oder Blutgefässe sich in der Weise verästeln gesehen, wie es Wywodzoff auf seiner Taf. II, Fig. 9, abbildet, und kann nichts Anderes annehmen, als dass die ganze Figur das Ergebniss der Ruptur eines Lymphgefässes ist; dasselbe gilt von seiner Taf. II, Fig. 8. Ich habe genau dasselbe Bild wie in seiner Fig. 8 erhalten, wenn ich eine kalte wässerige Berliner Blau-Lösung in einen Bronchus einspritzte und zur Fixirung des Lungengewebes einige Minuten später Alkohol folgen liess. Die Zellen, welche er „Epithelien" nennt, waren vermuthlich „Phagocyten". Diese Annahme wird noch wahrscheinlicher dadurch, dass die Einschlüsse, welche diese Zellen seiner Angabe nach enthielten, Kohlentheilchen gewesen sein müssen; ein derartiges Verhalten habe ich aber in jeder Lunge beobachtet, die ich daraufhin untersuchte.

Klein's Taf. IV, Fig. 19, fordert in gleicher Weise die Kritik heraus; auch diese Abbildung zeigt das Lymphgefäss mit seinem „lymph-canalicular system" in einem derartigen Grössenverhältniss, dass uns diese Thatsache allein zur Annahme eines Kunstproductes drängt.

Niemals habe ich in den Wänden der Luftsäckchen (Infundibula) irgend was gefunden, das ich Lymphgefäss oder Lymphcapillare nennen könnte.

4. Lymphgefässe der Pleura.

Die Lymphgefässe der Pleura besitzen einen unregelmässigen Durchmesser und bilden ein Netz, welches keine bestimmte Beziehung zum Lungenläppchen hat (Taf. XIII, Fig. 10). Viele dieser Gefässe sind von einem auffällig grossen Durchmesser, wie Sappey (31) festgestellt hat. Bisweilen bilden auch diese grösseren Gefässe ein unvollständiges Netzwerk, in dessen Maschen kleinere Gefässe liegen, so dass der Anschein eines doppelten Netzes von Lymphgefässen erweckt wird; an Querschnitten kann man sich jedoch davon überzeugen, dass es sich immer nur um ein Netzwerk handelt, da alle Gefässe in derselben Ebene liegen.

Die Lymphgefässe der Pleura sind mit zahlreichen Klappen versehen (Taf. XIII, Fig. 10). Wywodzoff sagt zwar (43, S. 5): „Der Hund besitzt.... nur eine einzige Art von abführenden, klappenhaltigen Lymphgefässstämmen, die tiefen. Die peripherischen Netze des Hundes sind nur klappenlose Lymphröhren", aber ich habe die Klappen stets sehr zahlreich gefunden; die Lymphgefässe füllen sich, wie schon Cruikshank in seinem Werke erwähnt hat, nur aus dem Grunde vollständig mit Injectionsmasse, weil sie reichlich mit einander anastomosiren. Während aber die Anwesenheit von Klappen für das Injiciren der Pleura-Lymphgefässe kein Hinderniss bildet, macht sie den unmittelbaren Uebertritt von Injectionsmasse aus den Lymphgefässen der Pleura in diejenigen der Lunge unmöglich.

Seit der Zeit von Mascagni und Cruikshank wird immer angegeben, dass das Vorhandensein von Anastomosen zwischen den Lymphgefässen der Pleura und der Lunge es möglich mache, die Lymphgefässe der Lunge von denjenigen der Pleura aus zu injiciren. Meine eigenen Versuche sind nach dieser Richtung hin niemals von Erfolg begleitet gewesen. Auch wenn ich sämmtliche Pleura-Lymphgefässe eines Lappens injicirt hatte, füllte sich doch auf directem Wege kein einziges tiefes Lymphgefäss; wie die Injection der letzteren auf indirectem Wege von der Pleura zu Stande kommt, ist bereits oben erwähnt und soll hier nicht wiederholt werden.

Die Lungenränder entlang senken sich die grossen Lymphgefässe bisweilen etwas in das Lungengewebe ein, um nach einer kurzen Strecke wieder an die Oberfläche zu gelangen; von der so entstehenden Schleife werden aber keine Aeste abgegeben, weder zu den Gefässen der Lunge, noch zu denen der Pleura.

Pappenheim (27) beschreibt in der Pleura der Pferdelunge zwei Lagen von Lymphgefässen, deren einige tiefere Aeste in die Lunge sendet. Diese Angabe darf jedenfalls durchaus nicht auf den Hund oder Menschen übertragen werden; für das Pferd kann ich ihr allerdings nicht direct

widersprechen, da ich keine Gelegenheit hatte, die Lymphgefässe auch bei diesem Thiere zu untersuchen.

Klein lässt die Pleural-Lymphgefässe, wie schon erwähnt, aus zwei Gefässsystemen hervorgehen, von denen das eine mit den tiefen Lymphgefässen der Lunge, das andere durch echte Stomata mit der Pleurahöhle communicirt. Auf diese letztere Angabe hin habe ich der Existenz von Stomata am Pleuraüberzug der Lunge meine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und kann mit grösster Sicherheit behaupten, dass an der Oberfläche der Lunge weder Stigmata, noch Stomata vorhanden sind.

Eine Quelle vieler irreführender Angaben über die Lymphgefässe der Pleura ist in der Thatsache zu finden, dass bei der gewöhnlichen Einstichmethode die Canüle anstatt in ein Lymphgefäss in das Bindegewebe eindringt, welches die Zwischenräume zwischen den Alveolen ausfüllt. Dann breitet sich die Injectionsmasse in dem Bindegewebe aus und lässt ein Netzwerk von Linien entstehen, welche einigermaassen Lymphgefässen ähneln und ungefähr den Grenzlinien der Läppchen gleichen; zwischen diesen verläuft dann noch ein Netz feinerer Linien, welche den Luftsäckchen und Alveolen entsprechen (Taf. XIII, Fig. 11). Dieses Resultat habe ich mehr denn einmal erhalten; ebenso ist es mir auch passirt, dass, während sich die Lymphgefässe füllten, ein Gefäss platzte, und dass sich die Injectionsmasse nun auch diesen Linien entlang ausbreitete, so den Anschein eines doppelten Netzwerkes erweckend.

Zusammenfassung.

Der von mir als „Terminal bronchus“ bezeichnete Abschnitt entspricht nicht dem Alveolargang von Schulze oder v. Kölliker. Er enthält reichliche Mengen glatter Muskelfasern. Das distale Ende jedes Alveolarganges ist erweitert. In der Wand dieser Erweiterung sind drei bis fünf nahezu rundliche Oeffnungen vorhanden, welche in die Atrien führen. Alle Theile dieses Alveolarganges besitzen Alveolen. Die Mündungen der Alveolen und der Atrien sind von glatten Muskelfasern umkreist, welche eine Art von Sphinkter bilden. Jenseits des Alveolarganges finden sich keine glatten Muskelfasern.

Die Atrien sind ungefähr kugelige Hohlräume, welche unmittelbar einerseits mit dem Alveolargang, andererseits mit den Luftsäckchen zusammenhängen. Sie besitzen keine glatten Muskelfasern in ihrer Wandung. Jedes Atrium steht mit zwei oder mehr Luftsäckchen in Zusammenhang und ist ausserdem mit Alveolen besetzt, die sich in das Atrium öffnen. Das Atrium ähnelt in keiner Weise dem Alveolargang von

Schulze oder Kölliker und ist ein bisher unbekannter Abschnitt des Respirationstractes.

Die A. pulmonalis folgt in ihren Aesten dem Bronchus und allen seinen Unterabschnitten; sie verläuft innerhalb des Läppchens und vertheilt sich schliesslich an der dem Centrum des Läppchen zugewandten Seite der Luftsäckchen.

Die Vv. pulmonales liegen in der Lunge von den Bronchien möglichst entfernt. Sie entstehen aus dem Capillarnetz, in welches sich die Lungenarterie auflöst, aus dem Capillarnetz der Pleura, aus dem Netzwerk der Bronchialarterie an den Alveolargängen und aus demselben Netz an den Stellen, wo Bronchialäste abgehen. Alle Venen, mit Ausnahme der kleinen Aeste, welche an den Alveolargängen entstehen, verlaufen an der Peripherie des Läppchens. Nur die kleinen Venen, welche von den Alveolargängen abgehen, sind innerhalb des Läppchens gelegen.

Die A. bronchialis bildet in den Wänden der Bronchien ein Netzwerk von Gefässen. Das Blut, welches durch die Aeste der A. bronchialis zugeführt wird, fliesst in die Vv. pulmonales ab und nicht in die Aeste der A. pulmonalis.

Das Blutgefässnetz der Pleura stammt von der A. pulmonalis ab und nicht von der A. bronchialis. Distalwärts von den Alveolargängen finden sich keine Aeste der A. bronchialis.

Die Lymphgefässe der Lunge bestehen aus einem geschlossenen Röhrensystem, das in der Wand der Bronchien, in der Pleura und längs der Aeste der Lungenarterien und -venen gelegen ist.

In den Bronchien bilden die Lymphgefässe ein Netzwerk mit länglichen Maschen. Dieses Netz nimmt allmählich ab, bis es an den Alveolargängen endigt. Distalwärts von den Alveolargängen sind keine Lymphgefässe vorhanden. Von dem bronchialen Lymphgefässnetz gehen Aeste zu den Zweigen der Pulmonalarterie und -vene ab; diese Aeste nehmen ihren Ursprung am distalen Ende der Alveolargänge und an den Stellen, wo die Bronchien ihre Aeste abgeben.

Neben den grossen Stämmen der A. und V. pulmonalis verlaufen zwei oder bisweilen drei Lymphgefässe, die durch Aeste so mit einander zusammenhängen, dass jedes Blutgefäss von einem Netzwerk umgeben ist. Die kleineren Arterien und Venen sind nur von einem einzigen Lymphgefäss begleitet, das an der Arterie zwischen ihr und dem Bronchus liegt.

Die Lymphgefässe der Pleura bilden ein sehr reiches Netzwerk, das keinerlei bestimmte Beziehungen zu dem Lungenläppchen besitzt. Mit diesem Netz hängen die Lymphgefässe der Lungenvenen da zusammen, wo die Vene an die Pleura herantritt.

Eigentliche Lymphcapillaren finden sich nirgends in der Lunge, auch nicht in den Wänden der Atrien und Luftsäckchen. Ebenso wenig sind zwischen den Lymphgefässen der Pleura und zwischen der Pleurahöhle freie Communicationen (Stomata) vorhanden.

Klappen trifft man in grösster Reichhaltigkeit in den Lymphgefässen der Pleura, in geringer Zahl in den bronchialen Lymphgefässen an; sie fehlen dagegen in den Lymphgefässen der Arterien und Venen.

Pigment wird, wenn es sich überhaupt findet, am reichlichsten an den Lymphgefässen der Arterien angetroffen und an den Stellen, wo die Lymphgefässe der Pulmonalvenen mit dem Netzwerk der Pleura zusammenhängen.

Zum Schlusse drängt es mich, auch an dieser Stelle Hrn. Prof. W. Spalteholz zu danken, der mir zu meinen Untersuchungen über die Lymphgefässe bereitwilligst sein Laboratorium zur Verfügung stellte und mich in ausgiebigster Weise mit seinem Rath unterstützte; ebenso möchte ich auch hier dankend der Liebenswürdigkeit des Hrn. Geh. Rath Prof. W. His gedenken, der meinen Arbeiten immer grosses Interesse entgegenbrachte.

Litteraturverzeichniss.

1. A. Adriani, De subtiliori pulmonum structura. *Trajecti ad Rhenum.* 1847.

2. C. Aeby, *Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen.* Leipzig 1880.

3. J. Arnold, Ueber das Vorkommen lymphatischen Gewebes in den Lungen. Virchow's *Archiv.* 1880. Bd. LXXX.

4. F. V. Birch-Hirschfeld,[1] Ueber den Sitz und die Entwickelung der primären Lungentuberculose. *Deutsches Archiv für klin. Medicin.* Bd. LXIV.

5. B.N.A., Die anatomische Nomenclatur, von Wilhelm His. Sonder-Ausgabe aus *Dies Archiv.* 1895. Anat. Abthlg. Suppl.

6. Burdon-Sanderson, *Eleventh report of the medical officer of the privy council.* 1868.

7. W. Cruikshank, *The anatomy of the absorbing vessels of the human body.* London 1790.

8. V. v. Ebner,[1] A. Kölliker's *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* 6. Aufl. Bd. III.

9. W. Ewart, *The bronchi and pulmonary blood-vessels.* London 1889.

10. D. Hansemann, Ueber die Poren der normalen Lungenalveolen. *Sitzungsber. der preuss. Akad. der Wissensch.* 1895.

11. A. d'Hardiviller, Les bronches épartérielles chez les mammifères et spécialement chez l'homme. *Comptes rendus.* 1897.

12. W. His, Zur Bildungsgeschichte der Lungen beim menschlichen Embryo. *Dies Archiv.* 1887. Anat. Abthlg.

13. Th. Hoffmann, Die Lungen-Lymphgefässe der Rana temporaria. *Inaug.-Diss.* Dorpat 1875.

14. E. Klein, *The anatomy of the Lymphatic System.* London 1875. Vol. II. The lung.

15. A. Kölliker, *Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen.* Leipzig 1850—1854.

16. Derselbe, Zur Kenntniss des Baues der Lunge des Menschen. *Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg.* N. F. Bd. XVI.

17. C. Küttner, Beitrag zur Kenntniss der Kreislaufsverhältnisse der Säugethierlunge. Virchow's *Archiv.* 1878. Bd. LXIII.

18. Derselbe, Die Abscheidung des indigschwefelsauren Natron in den Geweben der Lunge. *Medic. Centralbl.* 1875. Citirt nach den *Jahresberichten für Anatomie und Physiologie* von Hofmann-Schwalbe für 1875.

19. E. Laguesse et A. d'Hardiviller, Sur la topographie du lobule pulmonaire de l'homme. *Bibliographie anatomique.* 1898.

[1] Die Arbeiten von Birch-Hirschfeld und v. Ebner gelangten erst nach Abschluss des Manuscriptes in meine Hände.

20. H. Luschka, *Die Anatomie des Menschen.* Tübingen 1863.

21. M. Malpighi, *De pulmonibus.* Epistolae ad Borellium Bonon. 1661.

22. Paul Mascagni, *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et ichnographia.* Senis 1787.

23. W. S. Miller, The lobule of the lung and its blood-vessels. *Anatom. Anz.* 1892. Bd. VII. — The structure of the lungs. *Journ. of Morph.* 1893. Vol. VIII.

24. Derselbe, The lymphatics of the lung. *Anatom. Anzeiger.* 1896. Bd. XII.

25. J. Moleschott, *De malpighianis pulmonum vesiculis.* Heidelberg 1845.

26. F. G. Noll, De cursu lymphae in vasis lymphaticis. *Marburgi cattorum.* 1849. — *Zeitschrift für rationelle Medicin.* 1850. Bd. IX.

27. Pappenheim, Sur les lymphatiques des poumons et du diaphragme. *Compt. rend.* 1860. 30. Avr.

28. Geo. Rainey, On the minute structure of the lungs. *Medico-chir. Trans.* 1845. Vol. XXVIII.

29. F. D. Reisseisen, *Ueber den Bau der Lungen.* Berlin 1822.

30. M. Rossignol, *Recherches sur la structure intime du poumon de l'homme.* Bruxelles 1846.

31. Ph. C. Sappey, *Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques.* Paris 1874.

32. E. A. Schäfer, Quain's *Elements of anatomy.* 10. Aufl. Vol. III. Pt. IV.

33. F. E. Schulze. Die Lungen. Stricker's *Lehre von den Geweben.* Leipzig 1871.

34. J. Sikorski, Ueber die Lymphgefässe der Lungen. *Centralbl. f. medicin. Wissensch.* 1870.

35. Derselbe, *Ueber die Lymphgefässe der Lungen.* (Russisch.) Kieff 1872.

36. L. Teichmann, *Das Saugadersystem.* Leipzig 1861.

37. Derselbe, Ueber Lungenlymphgefässe. *Anzeiger der Akad. der Wissensch. in Krakau.* 1896. October.

38. Volkmann, citirt nach *Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen* von H. Vierordt. Jena 1888. S. 114.

39. A. T. H. Waters, *The anatomy of the human lung.* An essay for which was awarded the Fothergillian Gold Medal of the Medical Society of London. London 1860.

40. W. Weiss, Experimentelle Untersuchungen über den Lymphstrom. *Inaug.-Diss.* Dorpat 1860. — Virchow's *Archiv.* 1861. Bd. XXII.

41. T. Willis, De respirationis organis et usu. *Om. op.* Lugd. 1676.

42. W. v. Wittich, Ueber die Beziehungen der Lungenalveolen zum Lymphsystem. *Mittheil. aus dem Königsberger physiolog. Laboratorium.* 1878.

43. Wywodzoff, Die Lymphwege der Lunge. *Wiener medicin. Jahrbücher.* 1866. Bd. XI.

44. E. Zuckerkandl, Ueber die Anastomosen der Venae pulmonales mit den Bronchialvenen und mit dem mediastinalen Venennetze. *Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch., math.-naturw. Classe.* 1881. Bd. LXXXIV. 3. Abthlg.

45. Derselbe, Ueber die Verbindungen zwischen den arteriellen Gefässen der menschlichen Lunge. *Ebenda.* 1883. Bd. LXXXVII. 3. Abthlg.

46. *Journ. of Anat. and Phys.* Vol. XXVIII. p. 70.

Erklärung der Abbildungen.
(Taf. XI—XIII.)

Tafel XI.

Fig. 1. Plattenmodell[1] eines Lungenläppchens mit seinen Blutgefässen vom Hund. Vergr.: ca. 65 : 1.

Grau: Endabschnitt eines Bronchiolus respiratorius, der sich in zwei Ductuli alveolares gabelt; von diesen letzteren ist einer gerade an der Stelle abgeschnitten, wo ein Atrium abgeht. Zahlreiche, von der Oberfläche abgehende Alveolen sind sichtbar.

Blaugrau: Vier der fünf vorhandenen Atrien, welche mit dem Ductulus alveolaris in Zusammenhang standen. Von drei dieser Atrien sind sämmtliche Sacculi abgeschnitten; am vierten Atrium sind nur drei von den vorhandenen fünf Sacculi entfernt, zwei Sacculi (grau) sind noch im Zusammenhang gelassen und lassen auch deutlich ihre Alveolen erkennen. Das fünfte Atrium ist auf der Zeichnung nicht sichtbar.

Roth: A. pulmonalis; man beachte den Ast, der das am tiefsten gelegene Atrium versorgt.

Blau: Vv. pulmonales. Nur einige von ihnen sind sichtbar. Man beachte dabei den Zweig, der von der Stelle her kommt, wo die Ductuli alveolares aus dem Bronchiolus respiratorius entspringen, sowie denjenigen vom distalen Ende des Ductulus alveolaris.

Tafel XII.

Fig. 2. Schnitt durch die Lunge senkrecht zur Pleura. Er zeigt die Beziehung der A. pulmonalis (roth) und der V. pulmonalis zur Pleura. Bei dieser Lunge war eine Berliner Blau-Leimmasse in die A. pulmonalis injicirt, bis sie aus der V. pulmonalis frei ausfloss; dann wurde Zinnober-Leim in die Arterie und Ultramarin-Leim in die Vene eingespritzt. Vergr.: 100 : 1.

Fig. 3. Schnitt durch die Lunge parallel der Oberfläche. Er zeigt die Anordnung der Blutcapillaren in der Pleura und die Bildung der Venenwurzeln. * bezeichnet die Stelle, wo die Vene sich nach der Tiefe der Lunge zu wendet. Das Präparat stammt von derselben Lunge wie Fig. 2. Vergr.: 100 : 1.

Fig. 4. Schnitt durch die Lunge, welcher den Ursprung eines Astes der V. pulmonalis von der Theilungsstelle eines Bronchus zeigt. Links ist der Bronchus kurz nach seinem Abgang vom Hauptstamm abgeschnitten; rechts sieht man einen Ast von dem grösseren Bronchus abgehen.

Roth: A. pulmonalis. Blau: Ast der V. pulmonalis, aus dem Capillarnetz der A. bronchialis entspringend. Grau: Bronchien verschiedener Grösse.

An der Lunge war zuerst die A. pulmonalis mit Zinnober-Leim und dann die Lungenvenen mit Berliner Blau-Leim injicirt. Vergr.: 100 : 1.

[1] Gypsabgüsse dieses in 75facher Vergrösserung angefertigten Modelles sind von Hrn. F. Steger, Leipzig, Thalstrasse, zu beziehen.

Fig. 5. Lymphgefässe in der Wandung eines Bronchus von 1·13 mm Durchmesser, von der Fläche gesehen. * Schnittfläche eines kleinen Bronchus. Das Präparat wurde durch Injection einer wässerigen Lösung von Berliner Blau in ein Lymphgefäss am Hilus der Lunge erhalten. Der Bronchus ist an einer Theilungsstelle eröffnet. Nur die eine Hälfte des Umfanges ist gezeichnet. Vergr.: 35 : 1.

Tafel XIII.

Fig. 6. Querschnitt eines Ductulus alveolaris. Er zeigt die Lage der A. pulmonalis (*a*) und die zwei Vv. pulmonales (*vv*), welche dort entstehen, mit den Lymphgefässen (blau), welche zu beiden gehören. Man sieht die Lymphgefässe die Wand des Ductulus alveolaris verlassen und sich zu den Venen wenden; das Lymphgefäss der Arterie ist zwischen ihr und dem Bronchus sichtbar. An diesem Präparat waren die Blutgefässe mit Carmin-Leimmasse, die Lymphgefässe mit einer wässerigen Berliner Blau-Lösung injicirt; dann wurde die Lunge zum Härten mit 95 procent. Alkohol gefüllt. Vergr.: 30 : 1.

Fig. 7. Ein Ast der A. pulmonalis (roth) mit seinen Lymphgefässen (blau). Die Figur zeigt auch die Beziehung des Pigmentes (schwarz) zu den Lymphgefässen; der grosse Pigmenthaufen liegt an der Stelle, wo sich der Bronchus theilt. Die Lunge war in gleicher Weise injicirt wie in Fig. 6. Die Injectionsmasse hatte sich in der Arterie durch Schrumpfung stark von der Wand entfernt, so dass die Lymphgefässe besser zu Gesicht kommen. Vergr.: 20 : 1.

Fig. 8. Lymphgefässe eines Astes der V. pulmonalis, der zur Pleura geht.
Roth: V. pulmonalis. Blau: Lymphgefässe.
Die Lunge war injicirt wie für Fig. 6. Vergr.: 65 : 1.

Fig. 9. Schnitt durch die Lunge, der eine grosse Vene und einige ihrer Aeste (roth) von ihrem Lymphgefässnetz (blau) umgeben zeigt. * kleine Vene, welche von der Theilungsstelle eines Bronchus kommt, mit ihrem Lymphgefäss. Man beachte die Lacunen an den Verbindungsstellen der Lymphgefässe. Die Lunge war wie für Fig. 6 injicirt. Vergr.: 20 : 1.

Fig. 10. Lymphgefässe der Pleura, von der Fläche. Man beachte die zahlreichen Klappen sowie die Unregelmässigkeit in der Maschenbildung und in der Grösse der Gefässe. Die Lymphgefässe waren mit einer durch Zusatz von Ultramarinblau gefärbten Pansch'schen Masse injicirt. Vergr.: 20 : 1.

Fig. 11. Diese Abbildung giebt einen Befund wieder, den man sehr häufig erhält, wenn man sich zur Injection der Lymphgefässe der Einstichmethode bedient. Im vorliegenden Falle war als Injectionsmasse wässerige Berliner Blau-Lösung gewählt worden. Unter dem Mikroskop konnte ich feststellen, dass dabei nicht ein einziges Lymphgefäss injicirt war. Vergr.: 7·5 : 1.

Die Stossfestigkeit der Knochen.[1]

Von

Dr. Hermann Triepel
in Greifswald.

Es besteht ein eigenthümlicher Gegensatz zwischen den Anschauungen über die Festigkeit der Gewebe, die der Arzt aus den Darstellungen der beschreibenden Anatomie gewinnen muss, und den Erfahrungen, die er in seinem Beruf über die Festigkeit derselben Gewebe zu machen Gelegenheit hat. Die Zahlen, die die Anatomie für sie angiebt, sind im Allgemeinen sehr gross; zur Herbeiführung einer Continuitätstrennung sind den Beschreibungen zufolge sehr bedeutende Gewichte nothwendig, und thatsächlich erfolgen Zerreissungen von Geweben oder Knochenbrüche unter der Einwirkung von Gewichten, die um sehr Vieles kleiner sind. Der Grund für dieses Missverhältniss ist leicht einzusehen: Man hat die Festigkeit der Gewebe bisher immer nur bei rein statischer Beanspruchung bestimmt, während die Gewebe und Organe unseres Körpers viel öfter dynamisch, d. h. durch Massen, die mit Geschwindigkeit begabt sind, beansprucht werden.

Rein statisch werden die Theile des Körpers überhaupt verhältnissmässig selten beansprucht, nämlich nur, wenn sie sich in vollkommener Ruhe befinden, und dann gewöhnlich auch nur durch andere Körpertheile. In den meisten Fällen, und zwar gerade in solchen, in denen die Festigkeit und nicht nur die Elasticität der Gewebe in Frage kommt, besitzen die einwirkenden Massen eine gewisse Geschwindigkeit, die natürlich sehr verschiedene Grade annehmen kann, sie wirken durch ihre lebendige Kraft, also nach der Formel

$$L = \tfrac{1}{2} m v^2$$

(L = Energie oder lebendige Kraft, m = Masse, v = Geschwindigkeit).

[1] Auszugsweise vorgetragen in der Sitzung des medicinischen Vereins in Greifswald vom 3. Februar 1900.

Ein Beispiel wird die aufgestellte Behauptung erläutern. Rauber giebt in der neuesten Auflage seines Lehrbuches (11, S. 307 f.) zur Kennzeichnung der Festigkeit ganzer Knochen einige Zahlen aus dem Werke Messerer's (8) wieder; wir erfahren da u. A., dass die Clavicula bei Männern im Mittel durch 192 kg, bei Weibern durch 126 kg, der Humerus eines Weibes durch 600 kg zerknickt wurde, ferner der Femurschaft im Mittel durch 756 kg, die Tibia im Minimum durch 450 kg, im Maximum durch 1650 kg. Man vergleiche damit die Häufigkeit der Fracturen, die an den genannten Knochen in Fällen vorkommen, in denen Gewichte auf sie eingewirkt haben, die mit den angeführten nicht entfernt zu vergleichen sind. Bei einem Sturze z. B., der die Fractur eines langen Extremitätenknochens zur Folge hat, kann unmöglich ein grösseres Gewicht als das des fallenden Körpers zur Wirkung gelangt sein, ja im Allgemeinen wird sogar nur ein verhältnissmässig kleiner Bruchtheil dieses Gewichtes in Frage kommen. Noch mehr in die Augen fallend ist das Missverhältniss zwischen Lehre und praktischer Erfahrung bei den Schussverletzungen der Gewebe. Das Geschoss, das einen Knochen zu durchbohren vermag, kann ausserordentlich leicht sein, und wenn die Schussrichtung horizontal ist, kann es überhaupt nicht durch seine Schwere wirken. Die Masse des Geschosses veranlasst die Fractur eben nur vermöge der Geschwindigkeit, die sie besitzt. Sie wirkt durch die Energie, durch die lebendige Kraft, die ihr innewohnt, durch die sie befähigt ist, Arbeit zu leisten.

Es ergiebt sich hieraus, dass man mit dem herkömmlichen Festigkeitsbegriff nicht auskommt, man muss ihn erweitern, um zu einem Verständniss der in der Praxis vorkommenden Fälle zu gelangen.

Man könnte daran denken, nicht das Gewicht, das die Continuitätstrennung hervorruft, als Maass der Festigkeit aufzustellen, sondern als solches diejenige Veränderung, z. B. denjenigen Grad von Verlängerung anzugeben, bei dem die Continuitätstrennung erfolgt. Denn es ist offenbar gleichgültig, ob eine Masse diese Veränderung hervorbringt dadurch, dass sie nur statisch einwirkt, oder dadurch, dass sie mit Geschwindigkeit begabt ist. Indessen empfiehlt sich eine derartige Betrachtungsweise nicht, weil die Grenzveränderung, bei der die Continuitätstrennung erfolgt, nicht immer mit der wünschenswerthen Sicherheit zu ermitteln ist, und ferner, weil es sich nicht jedes Mal um eine ganz genau bestimmte Entfernung der Molecüle von einander handelt, bei der ihre Trennung erfolgt, wie es wenigstens von einigen technischen Materialien, z. B. Flusseisen, bekannt ist. Immerhin ist darauf hinzuweisen, dass die Belastung oder die Einwirkung einer Gewalt die Continuitätstrennung nur mittelbar herbeiführt, dass diese unmittelbar nur in Folge der Formänderung eintritt, die durch das Gewicht oder die Gewalt veranlasst wird.

Wir kommen somit dahin, auch in der Gewebelehre den Begriff der Stossfestigkeit einzuführen, wie er in den physikalischen und technischen Wissenschaften entwickelt ist. Das Maass der Stossfestigkeit ist gegeben durch die Grösse derjenigen lebendigen Kraft oder derjenigen Arbeit, die dazu nöthig ist, um in einem Gewebe eine Continuitätstrennung herbeizuführen. Es wird nachher gezeigt werden, dass auch bei solchen Trennungen der Molecüle, die durch statisch wirkende Belastungen bedingt sind, Arbeit geleistet wird, und auf diese Weise lässt sich ein Bindeglied zwischen der statischen und der dynamischen Festigkeit herstellen.

Man spricht bekanntlich von mehreren Arten von Festigkeit, von Zugfestigkeit, Druckfestigkeit, Biegungs-, Knickungs-, Torsions- und Scherfestigkeit. Die Aufstellung dieser verschiedenen Festigkeitsarten empfiehlt sich aus praktischen Gründen durchaus, wenn man sich auch immer daran erinnern muss, dass es eigentlich nur eine einzige Festigkeit geben kann, die man als absolute bezeichnen müsste: Es ist der Widerstand, der von benachbarten Molecülen ihrer Trennung entgegengesetzt wird.[1] Die Aufgabe der Theorie ist es, die verschiedenen Festigkeitsarten auf die absolute Festigkeit zurückzuführen. Aus denselben praktischen Gründen wird man nun auch von verschiedenen, und zwar ebenso vielen Arten der Stossfestigkeit sprechen müssen, von der Stossfestigkeit eines Gewebes oder Organes gegenüber der Beanspruchung auf Zug, auf Druck, auf Biegung u. s. w.

Ich will nun durchaus nicht behaupten, dass man bisher noch nicht die Wirkung der Stösse erkannt und ihre verschiedenen Qualitäten gewürdigt hätte. Dies würde keineswegs zutreffen; man findet in jedem Lehrbuch der Fracturen und Luxationen die Einwirkung stossender Gewalten mehr oder weniger genau analysirt. Aber was man stets vermisst, das ist die Berücksichtigung der Quantität der Stösse, ihre Zurückführung auf bestimmte Einheiten und die Prüfung des Widerstandes, den die den Stössen ausgesetzten Materialien, also in unserem Falle die Gewebe, den zur Wirkung kommenden Energiemengen entgegensetzen.

Es ergiebt sich daher für uns die Aufgabe, die verschiedenen Arten der Stossfestigkeit experimentell zu bestimmen. Exacte Untersuchungen hierüber sind aber mit nicht unbedeutenden Schwierigkeiten verknüpft. Bezeichnend ist es meines Erachtens, dass der Physiker Versuche über die Stossfestigkeit gern dem Techniker überlassen möchte (vgl. 1, S. 314), und dass andererseits aber auch von Technikern bisher noch keine umfassenden Untersuchungen darüber angestellt worden sind, wie ich einer gütigen Mittheilung des Hrn. Hofrath Brauer in Karlsruhe entnehme. Anhaltspunkte

[1] Man bezeichnet als „absolute Festigkeit" gewöhnlich die Zugfestigkeit, aber deren Erscheinung wird dadurch getrübt, dass sich im Allgemeinen bei ihrer Prüfung ausser der Zugbeanspruchung noch andere Arten der Beanspruchung geltend machen.

zur Beurtheilung der Stossfestigkeit einiger Materialien liefern allenfalls die Zerkleinerungsversuche von Kick (4); in ihnen wurde die lebendige Kraft durch einen Fallhammer erzeugt, die untergelegten Probestücke hatten regelmässige geometrische Formen. Unter den menschlichen Geweben und Organen ist bisher nur der Schädel auf seine Stossfestigkeit untersucht worden, worüber später zu berichten sein wird.

Die Schwierigkeiten, die sich der Untersuchung der Stossfestigkeit bei Geweben und Organen in den Weg stellen, sind natürlich noch erheblich grösser als diejenigen, die bei der Untersuchung technischer Materialien auftreten. Verhältnissmässig am leichtesten würden sich noch Versuche über die Druckstossfestigkeit des Knochengewebes gestalten. Man hätte hierfür etwa Kugeln aus Knochensubstanz sich herzustellen und die Bedingungen des geraden und centralen Stosses nachzuahmen. Immerhin würde sich auch in diesen Fällen eine Complication ergeben: Wenn man nämlich die lebendige Kraft durch den Fall einer schweren Masse hervorbringt, so wirkt diese nicht allein durch ihre lebendige Kraft, sondern ausserdem auch noch statisch durch ihr Gewicht. Am einwandfreiesten würden daher Versuche sein, bei denen die stossende Masse sehr klein und die Geschwindigkeit entsprechend gross ist, oder solche, bei denen der Stoss in horizontaler Richtung erfolgt; beide Bedingungen sind bei Schiessversuchen erfüllt, bei denen allerdings wieder ein gerader und centraler Stoss sich kaum erzielen lassen wird. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich bei der Untersuchung der Zugstossfestigkeit von Geweben und ebenso bei der Untersuchung der Stossfestigkeit von Organen, z. B. ganzer Knochen, gleichviel welche Art der Beanspruchung man hier wählt. Man wird in diesen Fällen ohne Einfügung eines Zwischenstückes nicht auskommen, die bei Knochen schon wegen der Unregelmässigkeit ihrer Formen geboten erscheint. Das Zwischenstück besitzt nun immer selbst einen gewissen Grad von Elasticität, vermöge deren es die Grösse der für die Continuitätstrennung verfügbaren Arbeit verändern kann.

Eine Anschauung von der Stossfestigkeit eines Körpers und also auch der Gewebe und Organe kann man sich nun aber auch ohne besonders darauf gerichtete Versuche verschaffen. Wie ich schon vorhin andeutete, lässt sich die Arbeit, die bei Versuchen über die statische Festigkeit geleistet worden ist, ohne Schwierigkeit berechnen. Dieselbe Arbeit kann ich aber auch durch lebendige Kraft erzeugen, und somit kann ich umgekehrt ermitteln, wie gross die lebendigen Kräfte sein müssen, durch die diejenige Arbeit geleistet wird, die zur Continuitätstrennung in einem Gewebe nöthig ist. Dabei ist nur eine Voraussetzung nöthig, nämlich die, dass die für die Formveränderung der untersuchten Körper geltenden Curven vollständig bekannt sind. Das ist nun leider bei den Geweben nicht der Fall, aber immerhin ist man, wie ich zeigen werde, im Stande, die Stossfestigkeit

aus der statischen Festigkeit wenigstens mit leidlicher Annäherung zu berechnen.

Ich will zunächst die Verhältnisse der Zugstossfestigkeit etwas eingehender behandeln. Es mögen zwar vielleicht die Erscheinungen der Druck- oder Biegungsstossfestigkeit etwas leichter vorstellbar sein, doch glaube ich von der Zugbeanspruchung ausgehen zu müssen, weil die statische Zugfestigkeit die einfachsten Verhältnisse zeigt. Wenn ich einen stabförmigen Körper durch steigende Gewichte ausdehne und in einem rechtwinkligen Coordinatensystem die Spannungen $\sigma = \frac{P}{q}$, also die auf die Querschnittseinheit bezogenen Belastungen als Abscissen, die zugehörigen Verlängerungen der Längeneinheit $\alpha = \frac{\lambda}{l}$ als Ordinaten eintrage, so erhalte ich die Dehnungscurve des betreffenden Körpers. Dabei ist es für den vorliegenden Fall gleichgültig, ob die Elasticität des untersuchten Körpers vollkommen ist oder nicht; es kommen nur die beobachteten Gesammtverlängerungen in Frage. Eine gewisse Annehmlichkeit bietet übrigens die Annahme, die Dehnungen seien bis zu der unmittelbar vor dem Zerreissen eintretenden Verlängerung rein elastische, weil sie den Dehnungsmodul E, den Quotienten aus Spannung und elastischer Verlängerung, einzuführen gestattet. Setze ich weiterhin voraus, E sei constant, und bezeichne ich die Grössen, die für den Moment der Zerreissung gelten, durch den Index z, so erhalte ich

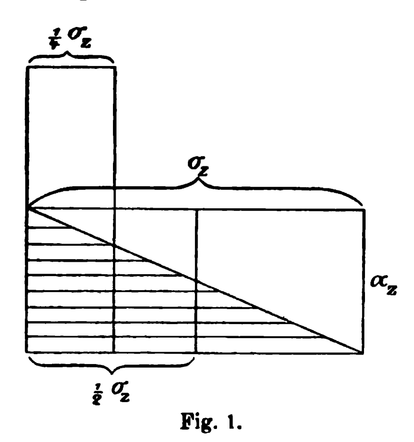


Fig. 1.

$$E = \frac{\sigma_z}{\alpha_z}.$$

Die Arbeit, die eine Kraft leistet, ist gleich dem Product aus der Kraft in den zurückgelegten Weg. Die bis zum Zerreissen des stabförmigen Körpers vom Querschnitte 1 und der Länge 1 aufgewandte Arbeit entspricht nun aber nicht dem Rechteck aus σ_z und α_z, denn die Spannung σ_z ist ja nicht auf einmal angewandt worden, sondern sie wurde erst allmählich erreicht. Die Arbeit A ist vielmehr nur gleich $\frac{1}{2}\sigma_z . \alpha_z = \frac{\sigma_z^2}{2E}$ und entspricht dem schraffirten Dreieck in Fig. 1.

Das kann man sich so vorstellen, dass man annimmt, dieses Dreieck sei aus lauter kleinen Rechtecken zusammengesetzt, die zu Seiten haben die

jeweiligen Spannungen und die zugehörigen Zuwüchse an Verlängerung. Wenn die Anzahl der Rechtecke unendlich gross wird, so muss die Dehnungscurve, die erst ein treppenförmiges Ansehen hatte, zur geraden Linie werden. Dieselbe Arbeit $\frac{1}{2}\sigma_z . \alpha_z$ leistet aber nun auch beispielsweise das Gewicht $\frac{1}{2}\sigma_z$, wenn es sofort auf den stabförmigen Körper zur Wirkung kommt. Sie wird geleistet durch das Gewicht $\frac{1}{4}\sigma_z$, wenn ich es vorher um α_z, d. h. so hoch erhebe, dass es im Ganzen den Weg $2\,\alpha_z$ zurücklegt u. s. f. Je kleiner das angewandte Gewicht ist, um so grösser muss der Weg sein, den es zurückzulegen hat, um den stabförmigen Körper zu zerreissen. Es ist eben offenbar immer nur nöthig, dass bis zum Zerreissen eine Arbeit geleistet wird $= \frac{1}{2}\sigma_z . \alpha_z$. Diese Arbeit leistet das Gewicht P an dem Stabe von der Länge 1 und dem Querschnitt 1, wenn es den Weg $h + \alpha_z$ zurücklegt, d. h. wenn ich es aus der Höhe h über dem unteren Ende des Stabes herabfallen lasse. Das Arbeitsvermögen, das P durch das Herabfallen erlangt, wird bei dem Zerreissungsact aufgebraucht. P und h bestimmen sich nach der Gleichung

$$P(h + \alpha_z) = \tfrac{1}{2}\,\sigma_z \alpha_z .$$

Daraus folgt

$$h = \frac{\alpha_z(\sigma_z - 2\,P)}{2\,P} .$$

Die Geschwindigkeit v, die das Gewicht besitzt, wenn es am unteren Ende des (noch ungedehnten) Stabes ankommt, ist $= \sqrt{2\,g\,h}$, worin g die Beschleunigung durch die Schwere bedeutet, also

$$v = \sqrt{\frac{g\,\alpha_z\,(\sigma_z - 2\,P)}{P}} .$$

Die lebendige Kraft, die es in demselben Augenblick besitzt, ist $= \frac{1}{2}\,m\,v^2$, und da die Masse $m = \frac{P}{g}$ ist, wird die lebendige Kraft

$$= \tfrac{1}{2}\,\alpha_z\,(\sigma_z - 2\,P) .$$

Die Differenz zwischen der zum Zerreissen nöthigen Arbeit und dem letzten Ausdruck ist diejenige Arbeit, die das Gewicht leistet, während die zum Zerreissen nöthige Formveränderung vor sich geht, eine Arbeit, die nicht zu vermeiden ist, wenn man die lebendige Kraft durch Fallenlassen des Gewichtes erzeugt. Sie beträgt $\alpha_z . P$, wie sich aus der Zeichnung sofort ergiebt, und ist theilweise dadurch bedingt, dass ein fallendes Gewicht auch noch statisch wirkt. Sie ist offenbar sehr klein, wenn P oder α_z sehr klein ist, d. h. wenn ich den Stoss durch ein niedriges Gewicht vollziehen lasse, oder wenn die Dehnbarkeit des untersuchten Materiales gering ist, wie z. B. beim Knochen.

Noch einfacher liegen die Verhältnisse beim horizontalen Zugstoss. Hier muss offenbar die lebendige Kraft oder das Arbeitsvermögen der stossenden Masse grösser sein, als im vorigen Fall, wenn sie am Ende des zu zerreissenden Körpers angreift. Es ist jetzt

$$\tfrac{1}{2} m v^2 = \tfrac{1}{2} \sigma_z \alpha_z$$

und

$$v = \sqrt{\frac{\sigma_z \alpha_z}{m}},$$

oder wenn ich an Stelle der Masse wieder deren Gewicht einführe,

$$v = \sqrt{\frac{g\, \sigma_z \alpha_z}{P}}$$

als diejenige Geschwindigkeit, die das Gewicht P bei horizontalem Stoss besitzen muss, wenn es den Körper von der Länge 1 und dem Querschnitt 1 zerreissen soll.

Vom Knochen, für den ich nunmehr die Rechnung durchführen will, kenne ich $E = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$ (3, S. 30; 10, S. 73); ich will, wie ich schon bemerkte, zunächst annehmen, die Dehnungen seien rein elastische, und E bleibe bis zum Zerreissen constant. Ich kenne ferner σ_z (die zum Zerreissen eines Stabes vom Querschnitt 1^{qmm} nöthige Spannung) $= 10^{\text{kg}}$ (3, S. 31; 10, S. 73); daraus ergiebt sich α_z (die Dehnung, die das Stäbchen von der Länge 1^{mm} bis zum Zerreissen erfährt) $= \frac{\sigma_z}{E} = \frac{1}{200}{}^{\text{mm}}$. Ist das Stäbchen a^{mm} lang, so beträgt offenbar die Zerreissungsdehnung $a \cdot \frac{\sigma_z}{E}{}^{\text{mm}}$, die Zerreissungsarbeit ist $\tfrac{1}{2} a \cdot \frac{\sigma_z}{E} \cdot \sigma_z = \tfrac{1}{2} a \cdot \frac{10 \cdot 10}{2000}{}^{\text{kgmm}}$. Zum Zerreissen eines 100^{mm} langen und 1^{qmm} dicken Stäbchens ist eine Arbeit nöthig von $2 \cdot 5^{\text{kgmm}}$ (oder ebenso vielen gm) oder $0 \cdot 0025^{\text{kgm}}$. Diese Arbeit kann ich nun, wie vorhin angegeben, in der verschiedensten Weise zusammensetzen: je kleiner ich das Gewicht nehme, aus um so grösserer Höhe muss ich es herabfallen lassen, um ein Zerreissen zu bewirken, nur muss das Product aus Höhe und Gewicht — $P\left(h + \frac{a}{200}\right)^{\text{kgmm}}$ — stets das gleiche bleiben. Wegen der sehr geringen Dehnbarkeit des Knochens könnte ich die Arbeit kurz $= Ph$ setzen, wobei h zu rechnen ist bis zum unteren Ende des Stäbchens.

Nun bleibt aber bei Geweben E nicht bis zum Zerreissen, wie wir angenommen hatten, constant; die Elasticitätscurve ist nicht bis zum Zerreissen eine gerade Linie, sondern geht (beim Knochen etwa von der Mitte des Verlaufes an) in eine gekrümmte Linie über. Dazu kommt, dass in

diesem Zusammenhang die totalen Dehnungen mehr Interesse haben als die elastischen; zur Berechnung der geleisteten Arbeit brauchen wir nicht die Elasticitätscurven, sondern die Curven der Totalveränderung. Deren Verlauf kann sich nun entweder so gestalten, dass ihre Concavität, oder so, dass ihre Convexität nach der Abscisse gekehrt ist (oder endlich so, dass beide Verlaufsarten mit einander abwechseln). Der erste Fall, bei dem also die Spannungen schneller wachsen als die Verlängerungen, kann bei mehreren thierischen Geweben angenommen werden, wie z. B. beim gelben Bindegewebe; hier ist freilich bisher nur von der Curve der elastischen Dehnungen genauer festgestellt worden, dass sie das genannte Verhältniss zwischen Spannungen und Verlängerungen erkennen lässt, da aber die bleibenden Dehnungen gleich Null oder sehr unbedeutend sind, kann man schliessen, dass die Curve der totalen Dehnungen einen ähnlichen Verlauf nimmt. Beim Knochen dagegen findet sich, wie zu zeigen sein wird, das umgekehrte Verhältniss, d. h. die Verlängerungen wachsen (nach anfänglicher Proportionalität) schneller als die Spannungen.

In beiden Fällen kann ich nun, wenn ausser dem aus den Anfangsdehnungen berechneten Elasticitätsmodul auch die Grösse α_z, die Zerreissungsverlängerung, experimentell bestimmt worden ist, zwei Arbeitswerthe berechnen, zwischen denen der Werth der wirklich geleisteten Arbeit liegen muss. Den ersten Fall (σ wächst schneller als α) versinnbildlicht Fig. 2.

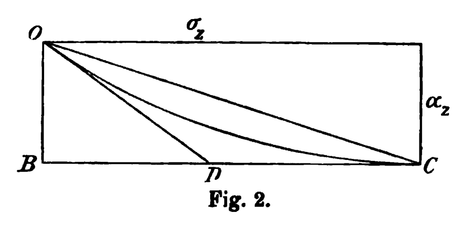


Fig. 2.

Die bis zum Zerreissen geleistete Arbeit A ist hier offenbar gleich der Fläche OBC mit der gekrümmten Begrenzungslinie OC. Diese Fläche ist kleiner als das Dreieck OBC, das ich finde als $A_1 = \frac{1}{2}\sigma_z\alpha_z$, und grösser als das Dreieck OBD, dessen Seite OD die Fortsetzung der anfänglichen Curvenrichtung ist. In diesem Dreieck, das A_2 heisse, ist mir $OB = \alpha_z$ bekannt, und BD, die zugehörige Spannung, finde ich mit Hülfe des nach dem anfänglichen Verhalten der Curve berechneten $E = \frac{\sigma_1}{\alpha_1}$ als $\frac{\alpha_z \cdot \sigma_1}{\alpha_1} = \alpha_z . E$. Somit ist $A_2 = \frac{1}{2}\alpha_z^2 E$ und $A_1 > A > A_2$.

Im zweiten Fall (Fig. 3) entspricht die Zerreissungsarbeit A der Fläche OBC mit der gekrümmten Begrenzungslinie OC. Sie ist offenbar grösser als das Dreieck $OBC = A_1 = \frac{1}{2}\sigma_z\alpha_z$, und kleiner als das Viereck $OBCD$, dessen Seite OD die Fortsetzung der anfänglichen Curvenrichtung ist. Dieses Viereck, das A_2 heisse, ist gleich $2A_1 - \triangle ODG$, und da $DG = \frac{\sigma_z \alpha_1}{\sigma_1} = \frac{\sigma_z}{E}$,

so ist $A_2 = 2A_1 - \frac{1}{2}\frac{\sigma_z^2}{E} = \sigma_z\left(\alpha_z - \frac{\sigma_z}{2E}\right)$, und ferner $A_1 < A < A_2$. Es sei wiederholt, dass σ und α sich auf die Einheit von Querschnitt und Länge beziehen; sind die Dimensionen andere, so müssen die Arbeitsgleichungen mit dem Querschnitt, bezw. der Länge, oder beiden (d. i. dem Volum) multiplicirt werden.

Eine wichtige Thatsache ergiebt sich aus den angeführten Gleichungen, nämlich die, dass die dynamische Festigkeit A, wenn die statische Festigkeit σ_z sich ändert, sich nicht nothwendiger Weise in demselben Sinne ändern muss. Wenn man z. B. findet, dass die statische Festigkeit der Knochen im Alter abnimmt, so ist ohne die Zuhülfenahme entsprechender Experimente oder entsprechender Erfahrungen ein Schluss auf Abnahme der dynamischen Festigkeit im Alter nicht ohne Weiteres gestattet.

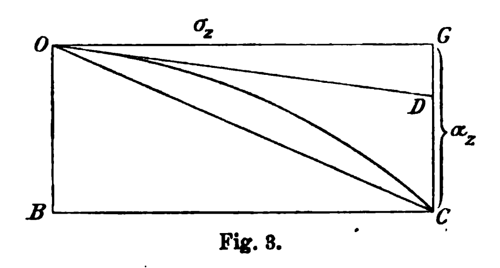


Fig. 3.

Bei den Knochenstäbchen ist leider bisher α_z unbekannt geblieben. Die Form der Curve entspricht, wie schon bemerkt, dem zweiten Fall. Zuerst besteht zwar Proportionalität zwischen Spannung und Verlängerung, wie schon Wertheim angab (13, S. 395); etwa von der Mitte ihres Verlaufes an wendet sich die Curve von der Abscisse ab. Ein solches Verhalten der Dehnungscurve ist zwar nicht experimentell bestimmt worden, muss aber angenommen werden, weil die Biegungscurve, von der nachher die Rede sein soll, nachweislich einen entsprechenden Verlauf zeigt, nämlich nach anfänglicher Proportionalität schnelleres Anwachsen der Durchbiegungen als der Belastungen. Der Werth, der vorhin auf Grund der Annahme, die Verlängerungen seien rein elastisch und E sei constant, für die dynamische Zugfestigkeit von Knochenstäbchen ermittelt wurde, ist nur so gross wie das Dreieck OGD, also jedenfalls zu klein ausgefallen. Weil α_z nicht bekannt ist, lassen sich keine genaueren Zahlen berechnen.

Zur Bestimmung der dynamischen Druck-, Torsions- und Scherfestigkeit der Knochensubstanz reichen ebenfalls die vorhandenen Unterlagen nicht aus.[1]

---

[1] Allenfalls könnte die in den Torsionsversuchen Rauber's (10, S. 64) geleistete Zerdrehungsarbeit geschätzt werden, doch würde das an dieser Stelle zu weit führen.

Befriedigend dagegen fallen die Berechnungen aus, die wir auf Grund von Versuchen Rauber's (10, S. 51 ff.) über die Biegungsstossfestigkeit von Knochenstäbchen anstellen können. Und gerade diese muss unser besonderes Interesse in Anspruch nehmen, weil die Biegungsbrüche der Knochen ein ziemlich grosses Contingent zu den Fracturen stellen. Die Untersuchungen der Biegungselasticität und der statischen Biegungsfestigkeit werden zweckmässiger Weise so angestellt, dass man die Stäbchen beiderseits unterstützt und in der Mitte belastet. Aus den beobachteten Durchbiegungen y und den zugehörigen Belastungen P lässt sich auch hier wieder ganz ähnlich wie bei der Zugbeanspruchung eine Elasticitätscurve und eine Curve der totalen Veränderungen construiren, die aber auch hier nicht bis zu ihrem Ende durch gerade Linien dargestellt, sondern späterhin nach der Abscisse zu convex werden. Dies ergiebt sich unzweifelhaft aus den Rauber'schen Versuchen; ja bei einigen ist das schnelle Anwachsen der Durchbiegungen sogar sehr auffallend (z. B. Versuche 65, 69, 70). Rauber sagt in der Discussion seiner Versuche (S. 59), die Curve der Biegungen werde Anfangs durch eine Gerade dargestellt, späterhin durch eine gekrümmte Linie, die eine geringere Neigung als die Gerade besitze (auf der Abscisse trägt auch Rauber die Gewichte auf). Ich kann ein solches Gesetz seinen Protocollen nicht entnehmen. Indessen kommt es im vorliegenden Falle, wie bemerkt, ja nicht auf die elastischen Biegungen, sondern auf die totalen an, und sie wachsen ohne jeden Zweifel nach anfänglicher Proportionalität schneller als die Belastungen, wie dies auch die sogleich mitzutheilenden Rechnungsergebnisse zeigen.

Die Durchbiegung y_z, die bis zu dem durch das Gewicht P_z herbeigeführten Bruche erfolgt, kann ich direct messen, und ich bin jetzt, ganz ebenso wie bei Bestimmung der Zerreissungsarbeit, im Stande, zwei Werthe, A_1 und A_2, zu bestimmen, zwischen denen nothwendiger Weise die wirkliche Brucharbeit A liegen muss. Ich kann wiederum von Fig. 3 ausgehen, in der ich nur σ_z mit P_z und α_z mit y_z zu vertauschen habe. Es ist $A_1 = \frac{1}{2} P_z y_z < A$, und ferner $A_2 = 2 A_1 - \triangle ODG = 2 A_1 - \frac{1}{2} P_z \cdot \frac{P_z y_1}{P_1} > A$, wobei P_1 und y_1 die zu Anfang des Versuches beobachteten Belastungen und Durchbiegungen bedeuten.

Ich will nun für die neun Fälle Rauber's, in denen sowohl die Bruchgewichte, als auch die beim Bruche (bezw. unmittelbar vorher) beobachteten Durchbiegungen mitgetheilt sind, die Grenzwerthe A_1 und A_2 angeben, zwischen denen die wirklich geleistete Brucharbeit A liegen muss. Die Angaben sind in Kilogrammmetern gemacht, dem gewöhnlichen Maass von lebendigen Kräften.

Länge der Stäbchen 80 mm.

	Nr.	Knochen	Herkunft	30 fache Breite mm	Dicke mm	Biegungs-festigkeit kg	A_1 kgm	A_2 kgm
Trockene St. bei 15—25° C.	64	Femur	?j. Mann	60	60	2·1	0·015	0·022
	69	„	46j. „	97	52	2·05	0·009	0·012
Frische Stäbchen bei 15—25° C.	71	Tibia	46j. Mann	95	53	2·1	0·012	0·017
	72	„	„ „	110	55	2·2	0·010	0·015
	73	Femur	„ „	105	53	1·8	0·008	0·012
Frische Stäbchen bei 38° C.	74	Tibia	46j. Mann	82	45	0·9	0·005	0·009
	75	„	„ „	98	58	1·8	0·009	0·014
	76	Femur	„ „	106	55	1·8	0·010	0·015
	80	„	Rind	104	54	2·0	0·009	0·012

Die Zusammenstellung zeigt, in welcher Weise man die Anschauungen über die Festigkeit der Knochensubstanz erweitern muss. In Worten ausgedrückt lautet z. B. das Ergebniss von Versuch 69 folgendermaassen: Ein trockenes Knochenstäbchen aus dem Femur eines 46jährigen Mannes, das bei statischer Beanspruchung durch ein Gewicht von 2·05 kg zerbrochen wird, kann ebenfalls zerbrochen werden durch eine Masse, die ein Arbeitsvermögen besitzt, das grösser als 0·009 kgm und kleiner als 0·012 kgm ist, also mit Sicherheit durch ein Gewicht von 0·012 kg, das aus einer Höhe von 1 m auf das Stäbchen herabfällt. Dabei ist jedoch vorausgesetzt, dass die ganze, beim Fall geleistete Arbeit zur Durchbiegung des Stäbchens verwandt werden kann (s. u. S. 243 ff). Der Betrag der Durchbiegung könnte sogar noch von der Fallhöhe abgezogen werden, kommt aber wegen seiner absoluten Kleinheit im Allgemeinen nicht in Frage.

Für den Fall, dass E constant ist, hat man eine Formel für die Grösse der Durchbiegung y abgeleitet,[1] nach der bei rechteckigem Stabe y direct proportional ist der Belastung P und der dritten Potenz der Stablänge und umgekehrt proportional ist der Breite b des Stabes und der dritten Potenz seiner Höhe h. Es ist nämlich unter der genannten Voraussetzung

$$y = \frac{1}{4E} \cdot \frac{Pl^3}{bh^3}.$$

Wenn man nach dieser Gleichung mit Hülfe von P_s, den Dimensionen der einzelnen Stäbchen, und dem in jedem Falle für E sich ergebenden Werthe y_s berechnet, so muss das Resultat selbstverständlich zu klein ausfallen, nämlich nur so gross, wie in Fig. 3 die Strecke GD, und die aus diesem Werthe und P_s gebildete Arbeitsgrösse ist gleichfalls zu klein, nämlich nur gleich gross wie das Dreieck OGD, und also auch gleich jenem

[1] Die Ableitung wird in den technischen Lehrbüchern der Elasticität gegeben.

Werthe $\frac{1}{2} P_2 \cdot \frac{P_2 y_1}{P_1}$, den ich für die Berechnung von A_2 einführen musste. Durch Zahlenbeispiele ist das Gesagte leicht zu veranschaulichen.

Die Werthe, die für A_1 und A_2 berechnet wurden, stehen immer so ziemlich in demselben Verhältnisse, es ist nämlich A_2 meist das $1^1/_2$fache von A_1. Höchst wahrscheinlich liegt der wahre Arbeitswerth der Grösse A_2 etwas näher als A_1, weil die Curve erst etwa von der Mitte ihres Verlaufes an die gekrümmte Form annimmt. Man könnte allenfalls unter Berücksichtigung der verschiedenen, zu einem Versuche gehörenden Durchbiegungen die wirkliche Arbeitsgrösse noch etwas genauer bestimmen, doch halte ich zur vorläufigen Orientirung die Einengung innerhalb der zwei gegebenen Grenzwerthe für ausreichend.

Rauber berechnet nun eine „reducirte Biegungsfestigkeit", indem er seine Ergebnisse auf Knochenstäbchen von gleichen Dimensionen (80 mm Länge und je 2 mm Breite und Höhe) bezieht. Dabei ergiebt sich, dass die frischen Stäbchen, namentlich wenn sie eine Temperatur von 38° C. besitzen, weniger fest sind als die trockenen Stäbchen (vgl. 10, Tabelle auf S. 58, sowie S. 61 und S. 73). Ich möchte die Ableitung der „reducirten Biegungsfestigkeit" (S. 57 Anm.) für nicht ganz einwandfrei halten, weil sie auf eine Formel für die Festigkeit zurückgeht, die, wie Rauber selbst erwähnt (S. 61 f. Anm.), nur bei constantem Elasticitätsmodul gilt. Da aber die Dimensionen der einzelnen untersuchten Stäbchen keine sehr grossen Unterschiede zeigten, so muss offenbar die Berechnung einer „reducirten Biegungsfestigkeit" wenigstens insofern zu befriedigenden Ergebnissen führen, als sie erkennen lässt, in welchem Sinne verschiedene Zustände die statische Knochenfestigkeit beeinflussen.

Wenn man die mitgetheilte Tabelle durchmustert, so erhält man aus den Versuchen, die den 46jährigen Mann betreffen, den Eindruck, als ob die Stossfestigkeit der frischen und warmen Stäbchen nicht merklich geringer ist, als die der trockenen und der erkalteten. So ist z. B. die Stossfestigkeit der beiden Stäbchen 72 und 76 gleich, die annähernd dieselbe Breite und, was wichtiger ist, genau dieselbe Höhe haben; die statische Festigkeit des kalten Stäbchens ist aber höher, als die des warmen. Die Stäbchen 73 und 76, von denen das warme etwas grössere Dimensionen hat, als das kalte, besitzen dieselbe statische Festigkeit; die Stossfestigkeit jedoch ist entsprechend den Dimensionen bei dem warmen Stäbchen grösser. Ein Unterschied zwischen den beiden Festigkeitsarten liesse sich dadurch erklären, dass es denkbar ist, dass frische, warme Knochen bis zum Bruch eine grössere Durchbiegung erfahren müssen, als trockene, kalte; ganz im Einklang würde es hiermit stehen, dass Trocknung und Erkaltung den Elasticitätsmodul erhöhen (S. 60 f. und S. 73).

In Bezug auf praktische Fälle haben nun ein viel grösseres Interesse die Stossfestigkeiten ganzer Knochen. Wir sind im Stande, mit Hülfe der Arbeitsgleichungen sie mit genügender Genauigkeit aus zahlreichen der sorgfältigen von Messerer (8) ausgeführten Bestimmungen ihrer statischen Festigkeit zu berechnen, und ich möchte in Folgendem zu einer Reihe der von Messerer angegebenen Zahlen noch die zugehörigen Arbeitswerthe oder, was dasselbe ist, die zugehörigen Stossfestigkeiten hinzufügen. Wir sind in einer Anzahl von Fällen in der angenehmen Lage, die Belastungen, die zu einer Continuitätstrennung geführt haben, und die dabei beobachteten Formänderungen zugleich verzeichnet zu finden, so dass mit ziemlicher Genauigkeit auf die Arbeitsgrösse geschlossen werden kann. Da bei ganzen Knochen natürlich ebenso wenig wie bei Knochenstäbchen Proportionalität zwischen Belastung und Formänderung bis zum Bruch besteht, so lässt sich die Arbeitsgrösse wiederum nicht genau angeben, wir können aber die beiden Grenzwerthe A_1 und A_2 bestimmen, zwischen denen A nothwendiger Weise liegen muss.

Messerer untersuchte die Festigkeit des Schädels, des Unterkiefers, der Wirbel, des Thorax, des Beckens und der Extremitätenknochen; von den Versuchen finden hier Berücksichtigung solche, die das Extremitätenskelet und den Schädel betreffen.

Die Knochen des Extremitätenskelets wurden auf ihre Zug-, Druck-, Streb-, Biegungs- und Torsionsfestigkeit untersucht. Die Zugstossfestigkeit der Knochen hat zu wenig praktisches Interesse, als dass es nöthig wäre, auf sie näher einzugehen. Denn ziehende Gewalten verursachen weit eher eine Zerreissung der Bänder und der die Gelenke deckenden Weichtheile, als eine Zerreissung der Knochen selbst. Bei der Patella freilich und einigen Knochenvorsprüngen würde die Kenntniss der dynamischen Zugfestigkeit Interesse haben, aber gerade bei ihnen fehlt auch die Bestimmung der statischen Zugfestigkeit, offenbar wegen der Schwierigkeit der Versuchsanordnung. Am meisten ist es zu bedauern, dass die Angaben, die Messerer über die Strebfestigkeit ganzer Knochen macht (S. 37 ff.), nicht zur Berechnung der geleisteten Arbeit ausreichen; bei zwei Versuchen (S. 38) erfahren wir die Grösse der seitlichen Ausbiegungen, während wir wissen müssten, um wieviel sich die beiden Enden bis zum Bruch einander nähern. Die Strebfestigkeit beansprucht unter den verschiedenen Festigkeitsarten offenbar besonderes Interesse, und über sie sollten am ersten neue Versuche angestellt werden, die eine Beurtheilung der Stossstrebfestigkeit ermöglichen.

Eine sehr reiche Ausbeute dagegen liefern uns die Angaben Messerer's über die statische Biegungsfestigkeit der Extremitätenknochen. Bei diesen sind anfänglich Durchbiegung y und Belastung P proportional, späterhin wächst y schneller als P. Es liegt also wiederum der Fall 2 vor, wie bei

den Knochenstäbchen Rauber's, und es können ebenfalls nach Fig. 3 die beiden Werthe A_1 und A_2 berechnet werden, zwischen denen die bei dem Biegungsbruch geleistete Arbeit A und somit die Biegungsstossfestigkeit liegen muss. Ich habe die Berechnung für diejenigen Versuche Messerer's ausgeführt, in denen der zwischen den Stützen gelegene Theil der Knochen $^2/_3$ ihrer Länge betrug, und bei denen die Totalbiegung nicht etwa durch Infractionen, die gelegentlich schon vor dem Bruche eintraten, grösser erschien, als sie thatsächlich war (S. 49 ff., 64 und 66).[1] Die folgende Tabelle giebt für jeden einzelnen Fall die ermittelten Grenzwerthe A_1 und A_2 an, die wahre Grösse der Stossfestigkeit liegt aus früher bei den Knochenstäbchen erörterten Gründen wahrscheinlich dem grösseren der beiden Werthe näher; die Zahlen bedeuten Kilogrammmeter.

Herkunft	Humerus		Radius		Ulna		Femur		Tibia[2]		Fibula[2]	
	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2
18j. Mann (schw. entwick.)	0·66	1·1	0·49	0·84	0·51	0·91	—	—	1·1	1·8*	0·37	0·60
24j. Mann	1·6	2·4	1·0	1·7	0·58	1·0	—	—	2·0	3·3*	0·76	1·2
32 „ „	1·3	2·1	0·56	0·88	0·76	1·3	2·1	3·1	1·0	1·4	0·30	0·51*
49 „ „	0·87	0·91	0·44	0·67	0·55	0·86	1·7	2·4	1·2	1·7	0·28	0·42*
62 „ „	—	—	—	—	—	—	1·8	2·4	—	—	—	—
75 „ „	0·62	0·78	0·35	0·48	0·44	0·63	1·6	1·9	1·5	2·2*	0·34	0·53
78 „ „	0·68	0·91	0·39	0·57	0·45	0·49	1·8	2·3	1·1	1·5	0·35	0·54
20j. Weib	0·56	0·89	0·28	0·47	0·27	0·48	1·2	2·1	0·65	0·90	0·26	0·39
24 „ „	0·79	1·1	0·47	0·77	0·35	0·54	1·3	1·8	1·3	2·0	0·26	0·45
32 „ „	1·3	2·1	0·74	1·3	—	—	1·9	2·7	1·6	2·4	0·27	0·42*
51 „ „	0·62	0·93	0·40	0·68	0·31	0·49	1·2	1·6	—	—	0·23	0·36*
74 „ „	0·40	0·60	0·25	0·42	0·31	0·53	1·2	1·6	1·0	1·6*	0·25	0·43*
82 „ „	0·44	0·65	0·16	0·23	0·19	0·30	1·2	1·6	1·4	2·2*	0·18	0·20*

Ich möchte betonen, dass die einzelnen Zahlen natürlich nur den Werth von Beispielen haben; immerhin ist es ganz lehrreich, sie unter einander, sowie mit den Angaben Messerer's über die statische Festigkeit derselben Knochen zu vergleichen. Man wird beobachten, dass die Schwankungen in der statischen und der dynamischen Festigkeit im Allgemeinen gleichsinnig verlaufen, indessen ist das nicht immer der Fall. So sind die statischen Festigkeiten der Knochen, z. B. des Humerus, des

[1] Um Missverständnissen vorzubeugen, will ich darauf hinweisen, dass aus zahlreichen Bemerkungen Messerer's hervorgeht, dass unter „Totalbiegung“ die letzte, unmittelbar vor dem Bruche beobachtete Durchbiegung zu verstehen ist.

[2] In den mit * bezeichneten Fällen lag der Angriffspunkt der Kraft auf der Crista tibiae bezw. fibulae, sonst bei der Tibia auf deren innerer, bei der Fibula auf deren äusserer Fläche.

Radius, der Ulna, des Femur, bei älteren Männern, besonders dem 78jährigen Greise, abnorm hoch (man vergl. die Tabelle bei Messerer 8, S. 64), während die Stossfestigkeit entsprechend niedere Werthe aufweist. Hier kommt bei Berücksichtigung der Stossfestigkeit die Thatsache zur Geltung, dass die Knochen älterer Individuen, bis sie brechen, eine geringere Durchbiegung zu erfahren brauchen, als die jüngerer.

Messerer berechnet die Festigkeit verschiedener Knochen, ebenso wie das Rauber bei seinen Stäbchen gethan hat (s. o. S. 240), unter Zugrundelegung der Formel, die für die Festigkeit homogener Materialien mit constantem E gilt (S. 67 ff.). Aus der Berechnung ergiebt sich allerdings die durch die Erfahrung bestätigte Thatsache, dass die Knochen älterer Individuen weniger fest sind, als die aus mittleren Lebensaltern; ja selbst in dem Falle des 78jährigen Greises ist der berechnete Festigkeitsmodul z. B. des Humerus kleiner als bei dem 32jährigen Manne, obgleich beide Knochen zu ihrem Bruch einer Belastung von 300 ^{kg} bedurften, und zwar beruht die Differenz darauf, dass der Quotient aus e und Θ, der in der Festigkeitsformel den Ausschlag giebt, bei dem alten Humerus kleiner ist als bei dem jungen (S. 72; e bedeutet den Abstand der am stärksten beanspruchten Faser von der neutralen Axe und Θ das Trägheitsmoment des Querschnittes in Bezug auf diese Axe). Ich möchte aber trotzdem aus den bereits vorhin erörterten Gründen es auch nicht bei ganzen Knochen, ebenso wenig wie bei Knochenstäbchen, für unbedingt statthaft halten, die Festigkeit in der bezeichneten Weise zu berechnen, und ich glaube, es ist angemessener, wenn man sich auf einzelne geeignete Beispiele beruft.

Der Hauptvortheil, den die Berechnung der Stossfestigkeit bietet, ist meines Erachtens pädagogischer Natur; es ist zweckmässiger, wenn dem Studirenden mitgetheilt wird, der Humerus eines 32jährigen Mannes habe eine Stossbiegungsfestigkeit von ungefähr $1^3/_4$ ^{kgm}, seine Ulna eine solche von 1 ^{kgm} besessen, als dass er erfährt, dieser Humerus sei durch eine Belastung von 300 ^{kg}, die Ulna durch 110 ^{kg} zerbrochen worden.

Nicht zu übersehen ist, dass die aus der statischen Festigkeit berechnete Stossfestigkeit immer die allerkleinste Gewalt bezeichnet, die den Knochen eines Lebenden zerbrechen kann, dass sie das auch nur unter den günstigsten Umständen thun kann, und dass daher im Allgemeinen nur die Einwirkung einer grösseren Gewalt zum Knochenbruch führen wird. Es wird nämlich die einwirkende Kraft fast immer Arbeit an die den Knochen deckenden Weichtheile abgeben, es kann ferner Arbeit verbraucht werden, wenn die Unterlage, auf der der getroffene Körper ruht, nicht absolut unnachgiebig ist, oder wenn der treffende Körper selbst bei seinem Aufstossen auf den Knochen eine Deformation erleidet. Hierin liegt es begründet, warum Versuche über Stossfestigkeit nur unsichere und ausserordentlich

variirende Resultate liefern können. Ein besseres Urtheil über die Stossfestigkeit erhält man durch die angegebene Methode der Berechnung aus der statischen Festigkeit. Man hat eben immer nur daran zu denken, dass die Folgen eines Stosses nicht einzig und allein von der Stossfestigkeit der Gewebe abhängen.

Auch für die Berechnung der Stossfestigkeit des Schädels geben einige Versuche Messerer's die nöthigen Unterlagen (S. 9 ff.). Es sind das diejenigen Versuche, in denen der Bruch durch „Krachen" (10 Mal) oder durch „Sinken der Wagschale" (1 Mal) bezeichnet ist, sofern es eintrat, unmittelbar nachdem die Grösse der Zusammendrückung abgelesen war. Auch hier sind sich anfänglich Kraft und Zusammendrückung (der von der Kraft zurückgelegte Weg) proportional, späterhin wächst zumeist die Zusammendrückung schneller als die Kraft; die Berechnung der beiden Werthe A_1 und A_2 erfolgte daher wieder nach der zweiten Methode. Einige Male jedoch (in drei der mitgetheilten Versuche, Nr. 7, 21 und 22) fehlte das zweite Stadium, d. h. es trat der Bruch eben schon vorher ein; ja in Versuch 7 und 22 wachsen sogar von Anfang an die Zusammendrückungen langsamer als die Belastungen, die Abweichungen von der Proportionalität sind aber nur sehr gering, sie ändern das Resultat das eine Mal nur um 0·04, das andere Mal um 0·03 ^{kgm}, also um Beträge, die im Verhältniss zu der überhaupt geleisteten Arbeit sehr gering sind, und ich möchte glauben, dass Beobachtungsfehler vorliegen. In den drei genannten Versuchen gebe ich nur einen Arbeitswerth an, der unter der Annahme der Proportionalität berechnet ist, sonst wie bisher die Werthe A_1 und A_2 (in Kilogrammmeter). Die Versuche sind an frischen, von den Weichtheilen entblössten Schädeln angestellt worden.

Nr.	Herkunft des Schädels	Druckrichtung	P_s Stat. Festigk. kg	A_1 kgm	A_2 kgm
2	18jähriger Mann (schlecht entwickelt)	quer	500	1·8	2·3
3	19jähriger Mann	„	400	1·3	1·8
5	43 „ „	„	400	0·58	0·60
7	62 „ „	„	600	0·87	
12	62jähriges Weib	„	600	1·6	2·2
13	82 „ „	„	300	0·78	1·4
14	19jähriger Mann	längs	500	0·68	0·85
17	46 „ „ (dickwandiger Schädel)	„	1000	2·7	3·4
19	60jähriger Mann	„	400	0·22	0·36
21	20jähriges Weib	„	600	1·0	
22	25 „ „	„	800	1·3	

Man sieht, dass die individuellen Verschiedenheiten in der dynamischen Festigkeit des Schädels, ebenso wie in der statischen, ziemlich beträchtlich sind.

Interessant ist es nun, die so berechneten Werthe mit denjenigen zu vergleichen, die Messerer selbst (9) in Versuchen über die Stossfestigkeit von Schädeln festgestellt hat. Bei beiden Untersuchungsarten handelt es sich um Vollschädel. Weiterhin müssen zum Vergleich die Ergebnisse von Schranz (12) herangezogen werden. Messerer fand, dass ein Bruch des von der Leiche abgetrennten Schädels erfolgte, wenn dieser auf einer Steinunterlage aufruhte, und durch Vermittelung einer breiten, als Fallklotz dienenden Platte eine lebendige Kraft von 6 ^{kgm} oder mehr auf ihn traf, gleichviel ob der Schädel in sagittaler oder in querer Richtung beansprucht wurde (S. 5 ff.). Von den durch Bolzen erzeugten Lochbrüchen soll vorläufig abgesehen werden. Brüche wurden ferner stets erzielt, wenn der Schädel selbst auf die Steinunterlage herabfiel, wobei die kleinste lebendige Kraft, die zur Wirkung kam, 5·9 ^{kgm} beim Fall in sagittaler Richtung, und 4·6 ^{kgm} beim Fall in querer Richtung betrug (S. 8 f, s. auch u. S. 247). Es fehlen somit leider Versuche, in denen der getroffene Schädel intact geblieben wäre; es ist denkbar, dass schon eine geringere lebendige Kraft als die angewandte einen Schädelbruch herbeigeführt hätte, und dass dann die beim Versuche gefundenen Zahlen sich mehr den durch die Rechnung ermittelten Werthen annähern würden. Wenn man aber die nachher mitzutheilenden Ergebnisse, die Schranz gewonnen hat, berücksichtigt, so scheint es, als ob wesentlich geringere lebendige Kräfte zum Herbeiführen der Fractur nicht ausgereicht hätten — wobei selbst individuelle Schwankungen zugegeben werden können.

Besonders lehrreich sind nun diejenigen Versuche Messerer's, in denen lebendige Kräfte von oben auf den Kopf einer sitzenden Leiche einwirkten (S. 9 ff.). Hier blieben die Schädel bei Einwirkung von 18 ^{kgm}, ja einige Male bei abnorm dicken Wandungen gegenüber 24 ^{kgm} unverletzt! Und die Wirkung eines fallenden Gewichtes wird noch (s. o. S. 232) dadurch — wenn auch nur um einen kleinen Betrag — erhöht, dass sich seine statischen Eigenschaften den dynamischen hinzugesellen! In den statischen Versuchen hingegen, in denen der Schädel in senkrechter Richtung comprimirt wurde (8, S. 26), waren verhältnissmässig geringe Belastungen nöthig, um den Bruch herbeizuführen, und die Formveränderung, die der Schädel bis zum Bruche erlitt, war so gering, dass sie gar nicht gemessen werden konnte. Die Brucharbeit muss also thatsächlich recht klein gewesen sein, und doch waren beim Stossversuch zur Erzeugung der Fractur so bedeutende lebendige Kräfte erforderlich! Messerer erkennt in der Zusammendrückbarkeit der Wirbelsäule den Grund dafür, dass der Schädel

an der sitzenden Leiche erst durch eine viel grössere Gewalt zerbrochen wird, als der abgelöste Schädel. Ich finde in diesen Versuchen eine gute Illustration für meine Behauptung, dass man auf die Stossfestigkeit von Geweben und Organen aus Stossversuchen nicht oder nur mit grösster Vorsicht schliessen darf. In solchen wird es immer sehr schwer sein, alle die Momente zu vermeiden, die einen Theil der aufgewandten Arbeit verbrauchen, so dass er zur Herbeiführung der Continuitätstrennung nicht mit verwandt werden kann. Es liegt mir natürlich fern, was ich eigentlich kaum zu erwähnen brauchte, die Zweckmässigkeit praktischer Stossversuche in Abrede zu stellen. Man wird bei solchen die im gewöhnlichen Leben vorkommenden Verhältnisse nachahmen können, und wird eben beobachten, dass für die Fractur von der geleisteten Arbeit immer mehr oder weniger verloren geht.

Unter den Versuchen von Schranz (12), und zwar unter denen, die an Vollschädeln ausgeführt wurden, sind einige, die recht interessante Ergebnisse hatten. Das Fallgewicht fiel in ihnen auf den Scheitel herab (S. 298 ff.). Bei dem Schädel XIV, der durch Vermittelung der ersten beiden Halswirbel, des Proc. mastoid. (?) und des Kinnes auf einem Holzblock auflag, brachte eine lebendige Kraft von $5 \cdot 7^{\text{kgm}}$ noch keine Fractur hervor; ein Bruch wurde durch $7 \cdot 6^{\text{kgm}}$ erzeugt. Bei Schädel XVI, dessen Condylen auf einer aus Holz und Korkscheiben nachgemachten Wirbelsäule ruhten, bewirkten 7·6 ebenso wie auch $10 \cdot 6^{\text{kgm}}$ eine Lockerung der Schuppennaht, $17 \cdot 6^{\text{kgm}}$ eine Fractur. Unter drei Schädeln, die auf der natürlichen Wirbelsäule ruhten (XVII, XVIII, XIX, S. 302 f.), wurden zwei durch 7·6, bezw. $8 \cdot 7^{\text{kgm}}$ nicht verletzt, der dritte erst nach zweimaligem Auftreffen von $7 \cdot 6^{\text{kgm}}$ fracturirt. Ein sehr grosser Bruchtheil der geleisteten Arbeit muss auch hier verloren gegangen sein.

Aus der Arbeit Greder's über Schädelbasisbrüche (2) will ich erwähnen, dass ein Schädel, der nach Entfernung der Wirbel auf einen Tisch gestellt worden war, durch $13 \cdot 0^{\text{kgm}}$ nicht verletzt wurde, während an einem anderen Schädel bei einer recht complicirten Versuchsanordnung[1] eine vertical wirkende lebendige Kraft von $10 \cdot 9^{\text{kgm}}$ eine Ringfractur der Basis bewirkte (S. 496 und 499).

Auch bei der Bearbeitung von Metallen durch Schläge oder Stösse geht, wie Kick (5, S. 263 ff.) gezeigt hat, ein Theil der geleisteten Arbeit

---

[1] Greder setzte die obere Hälfte einer Leiche in einen eisernen Kübel und umgab sie bis zu den Schultern mit Sand. Er entfernte die Weichtheile des Halses, umwickelte die Halswirbelsäule erst mit feinerer, dann mit gröberer Schnur und fixirte sie hierauf durch vier Schnüre, die er nach verschiedenen Richtungen hin ausspannte. Endlich wurde bis zur Höhe von Kinn und Hinterhaupt Sand aufgeschüttet und dem Schädel eine durch Eisenbänder armirte Holzhaube aufgesetzt. (!)

verloren. Soll eine bestimmte Formänderung durch Stoss erzielt werden, so ist das $1^1/_2$fache bis Doppelte derjenigen Arbeit nöthig, die geleistet wird, wenn man dieselbe Formänderung durch Anwendung „ruhigen Druckes" hervorbringt. Der Verlust erklärt sich dadurch, dass ein grosser Theil der geleisteten Arbeit in die Unterlage (den Amboss) übergeht, ein anderer in den „Vibrationen der Massen" des Schlagwerkes und der Erwärmung des getroffenen Stückes verbraucht wird (S. 267). Es war von vornherein zu erwarten, dass, wenn Stösse auf den thierischen Körper treffen, ein noch erheblich grösserer Theil der geleisteten Arbeit für die Formänderung einzelner Organe verloren geht, — wie es sich auch thatsächlich gezeigt hat.

Dass ein Theil der Stossarbeit auch zur Deformation des stossenden Körpers selbst verbraucht wird, zeigt sich dann, wenn Fracturen, z. B. des Schädels, durch eine lebendige Kraft hervorgebracht werden, die der menschliche Körper im Fall selbst erzeugt. Wie gross dieser Arbeitsantheil ist, hängt von der Elasticität des getroffenen Objectes ab; je grösser dessen Elasticitätsmodul ist, um so beträchtlicher ist der Theil der gesammten lebendigen Kraft, der zur Deformation des Schädels verwandt wird.

Ich möchte nun einem Einwande begegnen, der möglicher Weise gegen meine Deductionen erhoben werden könnte. Wie ich Eingangs betonte, ist es zum Eintritt einer Continuitätstrennung nöthig, dass der gestossene Körper die bis zur Trennung der Theile führende Formänderung erleide (s. o. S. 230). Da zur Ausbildung der Formänderung eine bestimmte Zeit erforderlich sei, so sagt man vielleicht, komme es bei der Bestimmung der Stossfestigkeit nicht nur auf die geleistete Arbeit, das Product $\frac{1}{2} m v^2$, an, sondern auch auf die Geschwindigkeit v, die der stossende Körper besitzt. Auch Messerer beschäftigt sich mit dieser Frage (9, S. 15 f.); seine Versuche scheinen ihm für einen Einfluss der Geschwindigkeit zu sprechen, er möchte aber wegen der individuellen Verschiedenheiten der Schädelmaasse keine Schlüsse ziehen. In Versuchen, die Stud. polyt. Prücker — nach der Mittheilung Messerer's (S. 16) — vornahm, ergab sich das eigenthümliche Resultat, dass gleiche Wirkungen erzielt wurden durch eine grosse lebendige Kraft, die mit grosser Geschwindigkeit, wie eine kleine lebendige Kraft, die mit kleiner Geschwindigkeit wirkte. Hr. Prücker vermuthete, dass seine Versuche durch zu geringe Festigkeit der Fundamente beeinflusst seien; ausserdem wird, wie ich glaube, noch der Umstand mitgewirkt haben, dass die fallenden Gewichte neben der dynamischen noch eine nicht zu vernachlässigende statische Wirkung entfalteten (s. o. S. 232). Kick dagegen fand bei Zerkleinerungsversuchen, die er mit einem fallenden Hammer ausführte (4, S. 4), dass innerhalb weiter Grenzen, nämlich zwischen 0·5 und 5^m Fallhöhe, die Wirkung nur von der geleisteten Arbeit, aber nicht von der Geschwindigkeit abhängt.

Dasselbe muss ohne Zweifel für die Stossfestigkeiten der Knochen gelten; zur Aufhebung ihrer Integrität gehört eben offenbar ein ganz bestimmtes Arbeitsquantum, wenn die Lage des Knochens und der Ort gegeben ist, an dem die Gewalt angreift. Die Richtung der Kraft ist insofern von Bedeutung, als man selbstverständlich nur die wirksame Componente der Kraft in Rechnung zu ziehen hat. Die Erfahrung lehrt nun, dass der Ort und die Ausbreitung der Fracturen sich mit der Geschwindigkeit der einwirkenden Kraft ändern. Es lässt sich aber leicht zeigen, dass es unter gleich bleibenden äusseren Verhältnissen, und wenn der Angriffsort der Kraft sich nicht ändert, stets ein Minimum an Arbeit giebt, das zur Continuitätstrennung führt. Jeder Knochen besitzt offenbar bei einem gegebenen Angriffspunkt der Kraft einen bestimmten Ort A, an dem bei einem Minimum von Arbeitsleistung die Fractur erfolgen muss; eine Fractur an irgend einem anderen Orte B kann nur durch eine grössere Arbeit herbeigeführt werden; die Fractur in B kann wohl eintreten, wenn in Folge erhöhter Stossgeschwindigkeit sich die Formänderung nicht ausbilden kann, die den Bruch in A zur Folge haben würde, sie tritt aber in B nur ein, wenn die lebendige Kraft grösser ist, als das Arbeitsminimum, weil dieses ja nur zum Bruch in A eben hinreicht. Die Zeit, die zur Ausbildung einer jeden Formänderung erfordert wird, ist sowohl von den Eigenschaften des direct gestossenen Körpers selbst abhängig, als auch von denen des Widerlagers; dieses erfährt natürlich auch eine Formänderung, die, selbst wenn es sich nur um Luft handelt, nicht ausser Acht gelassen werden darf. Es ergiebt sich, dass man bei isolirten, indirecten Fracturen — im Allgemeinen — an geringere Stossgeschwindigkeiten denken muss, als bei directen, namentlich solchen directen, die sehr starke Knochentheile betreffen. Nach dem Gesagten ist es denkbar, dass es bei sehr grosser Geschwindigkeit des Stosses eine lebendige Kraft giebt, die etwas grösser ist, als das zum Bruch führende Arbeitsminimum, und die doch keine Läsion des Knochens bewirkt. (Ich setze voraus, dass der Verlust an Arbeit gleich bleibt.) Praktisch wird dies jedoch bedeutungslos sein, so dass man berechtigt ist, das aus der statischen Festigkeit berechnete Minimum an Arbeit als die Stossfestigkeit unter den durch die Versuchsanordnung gegebenen Bedingungen anzusehen.

Wenn, wie angenommen wurde, die Angriffsstelle der Kraft gegeben ist, so muss auch immer dasjenige Arbeitsminimum, das zur Fractur führt, ein und dieselbe Beanspruchung des Knochens im Gefolge haben, d. h. es wird durch das Arbeitsminimum immer nur entweder ein Zerreissungsbruch oder ein Biegungsbruch u. s. w. eintreten können. Wenn es eine andere Art von Beanspruchung ist, die zum Bruche führt, so kann man darauf rechnen, dass eine grössere lebendige Kraft eingewirkt hat, als dem Arbeitsminimum entspricht.

Nicht ganz so einfach ist die Frage zu beantworten, welchen Einfluss die Grösse der Angriffsfläche auf den Erfolg einer Gewalteinwirkung besitzt. Man muss offenbar das Vorhergehende in gewissem Sinne einschränken und sich folgendermaassen ausdrücken: Dann, wenn Ort und Angriffsfläche der Gewalten gegeben sind, führt bei jedem einzelnen Knochen eines Individuums ein bestimmtes Arbeitsquantum zur Fractur. Nur in diesem Sinne kann überhaupt die ganze Ableitung der Stossfestigkeit aus der statischen Festigkeit gemeint sein. Denn auch bei Bestimmung der statischen Festigkeit kommt sehr viel auf die Grösse der Angriffsfläche an, wie aus Messerer's Schädelversuchen hervorgeht (8, S. 27 ff.), in denen Lochfracturen des Stirnbeines oder der Seitenwandbeine erzeugt wurden, wenn der Druck durch einen 17 ^{mm} im Durchmesser haltenden Druckbolzen übertragen wurde, Basisfracturen, wenn die Compression zwischen Brettern erfolgte. Leider sind bei den Durchlochungen keine Angaben über die Längenabnahme gemacht, die der gedrückte Durchmesser bis zum Eintritt des Bruches erfahren hat; nur mit Hülfe von ihnen liesse sich ja die geleistete Arbeit berechnen. Uebrigens sind solche Lochfracturen nicht etwa Scherbrüche, sondern, was sich aus den Abbildungen ergiebt, local begrenzte Biegungsbrüche. Bei einer Anzahl seiner dynamischen Versuche benutzte Messerer als Fallklotz einen Bolzen von 4 und einen von 2 ^{cm} Durchmesser. Der dickere Bolzen erzeugte, wenn der Schädel in frontaler Richtung getroffen wurde, schon durch eine lebendige Kraft von 3 ^{kgm} einen Lochbruch (9, S. 7), bei sagittaler Beanspruchung durch dieselbe lebendige Kraft Längsfissuren, ein Mal combinirt mit Durchlochung (S. 6 f.); grössere lebendige Kräfte hatten meist combinirte Fracturen zur Folge. Der dünnere Bolzen bewirkte an einem Seitenwandbeine, das er mit einer Wucht von 3 ^{kgm} traf, eine Impression, in sieben anderen Fällen, in denen er eine grössere lebendige Kraft (6 bis 14 ^{kgm}) besass, bei verschiedener Fallrichtung einen Lochbruch, der nur ein Mal (sagittale Beanspruchung) mit einer Fissur verbunden war (S. 7). Fiel der dünnere Bolzen auf den Schädel der aufrecht sitzenden Leiche, so brachte er durch eine lebendige Kraft von 17·5 und mehr Kilogrammmeter einen Lochbruch hervor (S. 13); von den Versuchen, die mit dem dicken Bolzen bei derselben Versuchsanordnung gemacht wurden (S. 12 f.), seien zwei erwähnt, bei denen 14 ^{kgm} ein Mal eine Knochencontusion, das andere Mal eine Absplitterung der Tabula interna bewirkten, und endlich ein dritter, in dem auch nur eine Absplitterung der Tabula interna durch 48 ^{kgm} erzeugt wurde!

Durchlochungen von Knochen werden am häufigsten angetroffen bei Schussfracturen. Der getroffene Knochen wird aber auch hier nicht etwa, wie man glauben könnte, auf Abscherung beansprucht, sondern auf Druck (Entstehung von Knochengrus) und auf Biegung. Dass bei Körpern, die

einen grossen Biegungsmodul besitzen, beim Beschiessen thatsächlich Biegungs- und nicht Scherbeanspruchung eintritt, ergiebt sich u. A. daraus, dass bei beschossenen Hölzern der Schusscanal einen geringeren Durchmesser haben kann, als das Geschoss (7, S. 467 f.).

Man muss erwarten, dass auch beim Beschiessen von Knochen zur Fractur mindestens dieselben lebendigen Kräfte nöthig sind, die als Stossfestigkeiten aus der statischen Festigkeit sich berechnen lassen, wenn in den zur Berechnung herangezogenen statischen Versuchen die Angriffsfläche der Gewichte den Querschnitten der Geschosse gleich ist. Natürlich werden hier wieder viele individuelle Verschiedenheiten vorkommen. Die zahlreichen vorliegenden Schiessversuche (vgl. 7, auch das daselbst beigefügte Litteraturverzeichniss, S. 499 ff.) lassen uns fast ganz im Stich, denn man hat solche Versuche wohl fast immer zu dem Zwecke angestellt, um die Wirkungen zu studiren, die bestimmte Geschosse unter bestimmten Umständen auf die einzelnen Gewebe und Organe ausüben, und hat, so viel mir bekannt ist, nie die Absicht verfolgt, ihre Schussfestigkeit festzustellen. Immerhin kann darauf hingewiesen werden, dass die mögliche Arbeitsleistung eines Geschosses, selbst wenn der Schuss auf beträchtliche Distanzen abgegeben wird, noch recht bedeutend ist, wenigstens im Vergleich zu den Werthen, die ich vorhin für die Stossfestigkeit einzelner menschlicher Knochen angegeben habe. Z. B. beträgt die lebendige Kraft des Geschosses unseres Infanteriegewehres (Modell 88) in 2000 ^{m} Entfernung noch 23 ^{kgm} (vgl. die Schusstafel für das Gewehr 88; 7, S. 19), und dementsprechend traten bei Schiessversuchen in dieser Distanz immer noch mehr oder weniger ausgedehnte Knochenverletzungen auf. Matte Geschosse erzeugen gelegentlich einfache Fracturen an Knochen, die sie durchbohrt oder in grösserem Umfange zertrümmert hätten, wenn sie beim Auftreffen noch eine grössere Geschwindigkeit und demgemäss auch ein grösseres Arbeitsvermögen besessen hätten. So erhielt Kocher bei Schüssen mit Kleinkalibergeschossen auf 3 bis 4000 ^{m} einfache Längs-, Quer-, Schräg- und Spiralfracturen der Röhrenknochen (6). Aehnliche Beobachtungen wurden nach Tilmann (6, S. 5) sonst nicht gemacht, da mit so geringen Geschwindigkeiten nicht geschossen worden ist. Wo etwa ein mattes Geschoss schon eine Lochfractur erzeugt (am Schädeldach), da muss auch ein Druckbolzen von entsprechendem Durchmesser, der nur das Arbeitsminimum leistet, eine Durchlochung bewirken.

Wir brauchen indessen, in Bezug auf die Ausdehnung, die die Angriffsfläche der Gewalt besitzt, nicht allzu ängstlich zu sein. Da im Allgemeinen die Stirnfläche des stossenden Körpers und die getroffene Fläche des Knochens nichts weniger als congruent sind, so wird der Angriff des Stosses sich oft, vielleicht meistens, auf eine ziemlich circumscripte Parthie des Knochens beschränken; die Ausbreitung, die der Stoss durch die zwischen

Knochen und stossendem Körper eingelagerten Weichtheile erfährt, wird in der Regel nicht bedeutend sein. Daher muss man gewöhnlich in der Lage sein, den Werth der aus statischen Versuchen berechneten Stossfestigkeit nicht nur für specielle Fälle gelten zu lassen, sondern seine Gültigkeit (wenn auch nicht unbedingt) zu verallgemeinern. Ganz besonders muss man berechtigt sein, von der Grösse der Angriffsfläche abzusehen, wenn der Stoss auf sehr massive Knochentheile, wie z. B. die Mitte der Hinterhauptsschuppe, trifft und indirecte Fracturen entstehen lässt.

Die mitgetheilten Werthe der Stossfestigkeit konnten aus bereits vorliegenden Versuchen berechnet werden. Die Hrrn. Professoren Rauber und Messerer hatten die Güte, mir die Veröffentlichung der auf Grund ihrer Versuche angestellten Berechnungen zu gestatten, wofür ich ihnen an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Es ergiebt sich nun aber auch, wo weitere Experimente zunächst einzusetzen haben. Besonderes Interesse beansprucht, wie schon bemerkt, offenbar die Strebfestigkeit der langen Extremitätenknochen, und ich glaube daher, dass erneute Versuche über diese zuerst am Platze sein würden. Sie wären in derselben Weise zu wiederholen, in der sie Messerer angestellt hat, nur noch mit Bestimmung der grössten Annäherung, die die Knochenenden bis zur Durchknickung erfahren. Die rechnerische Feststellung der Stossfestigkeit dürfte auch hier den Vorzug vor der experimentellen verdienen.

Zum Schluss möchte ich bemerken, dass natürlich nicht nur die Stossfestigkeit der Knochen, sondern auch die anderer Gewebe, z. B. der Sehnen oder der Muskeln, aus mancherlei Gründen Beachtung verdienen. Vielleicht finde ich späterhin Gelegenheit, darauf zurückzukommen.

Litteraturverzeichniss.

1. Auerbach, Art. Cohäsion in *Handbuch der Physik*, herausgegeben von Winkelmann. Breslau 1891. Bd. I. S. 305.

2. Greder, Experimentelle Untersuchungen über Schädelbasisbrüche. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie.* 1885. Bd. XXI. S. 491.

3. Hülsen, Specifisches Gewicht, Elasticität und Festigkeit des Knochengewebes. *Anzeiger des biologischen Laboratoriums, St. Petersburg.* 1898. (Russisch mit deutschem Resumé.)

4. Kick, Beiträge zur Kenntniss der Mechanik spröder Materialien. Dingler's *Polytechnisches Journal.* Jahrg. 1883. Bd. CCXLVII. (5. R. Bd. XLVII.) S. 1.

5. Derselbe, Versuche über die Dauer von Stössen und die Beziehungen von Druck und Stoss. *Ebenda.* Jahrg. 1885. Bd. CCLVII. (6. R. Bd. VII.) S. 261.

6. Kocher, *Zur Lehre von den Schusswunden durch Kleinkalibergeschosse.* Cassel 1895. Citirt nach einem Referat von Tilmann in *Deutsche militärärztliche Zeitschrift.* 1895. S. 1.

7. Medicinal-Abtheilung des königl. preuss. Kriegsministeriums, *Ueber die Wirkung und kriegschirurgische Bedeutung der neuen Handfeuerwaffen.* Berlin 1894.

8. Messerer, *Ueber Elasticität und Festigkeit der menschlichen Knochen.* Stuttgart 1880.

9. Derselbe, *Experim. Untersuchungen über Schädelbrüche.* München 1884.

10. Rauber, *Elasticität und Festigkeit der Knochen.* Leipzig 1876.

11. Derselbe, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Leipzig 1897. 5. Aufl. Bd. I.

12. Schranz, Untersuchungen über das Entstehen von Schädelbrüchen. *Medicinische Jahrbücher*, herausgegeben von der k. k. Ges. der Aerzte. Wien. Jahrg. 1881. S. 291.

13. Wertheim, Mémoire sur l'élasticité et la cohésion des principaux tissus du corps humain. *Ann. de chimie et de physique.* 1847. 3. S. T. XXI. p. 385.

Stab- und fadenförmige Krystalloide im Linsenepithel.

Von

Dr. E. Ballowitz,
a.-o. Professor der Anatomie und Prosector an der Universität Greifswald.

(Hierzu Taf. XIV.)

Bei der Untersuchung des vorderen Linsenepithels erwachsener Meerschweinchen machte ich einen Fund, welcher mir so interessant und wichtig erschien, dass ich ihn einem eingehenden Studium unterwarf. In der vorliegenden Mittheilung will ich zuerst meine Beobachtungen schildern und dann erörtern, welche Deutungen sie zulassen.

Das Material wurde von mir in folgender Weise vorbereitet. Dem frisch getödteten Thiere schnitt ich die Augen heraus und befreite diese von ihrer Cornea und Iris, so dass an dem Bulbus die vordere Linsenfläche mit ihrer Kapsel in ganzer Ausdehnung frei lag. Die so präparirten Augen legte ich dann in eine concentrirte wässerige Sublimatlösung oder auch in Eisessig-Sublimat (5 Theile Eisessig auf 100 Theile concentrirter wässeriger Sublimatlösung). Darin verblieben sie einige Minuten, bis die Linsenkapsel mit ihrem Epithel sich weisslich trübte und der vordere Linsenstern deutlich wurde. Zu lange darf man die Augen nicht in den Fixirungsflüssigkeiten liegen lassen, weil sonst die vorderen Theile der Linsenfasern alsbald auch fixirt werden und mit dem vorderen Linsenepithel fester verkleben. Alsdann lösen sich diese Linsenfasertheile gleichzeitig mit der Linsenkapsel ab und bleiben an der letzteren sitzen, so dass man keine sauberen Präparate erhält. Nach eingetretener Fixirung des vorderen Epithels durchschnitt ich rings herum am Rande der Linse die Kapsel und zog die letztere mit einer feinen Pincette ab. Die Ablösung geschah stets sehr leicht, wobei das Epithel fast immer ganz an der isolirten Kapsel sitzen blieb. Die losgelösten Membranen wurden sodann noch auf etwa 2 Stunden in die Fixirungsflüssigkeit gelegt. In dieser Weise erhielt ich sehr schöne, saubere Flächenpräparate.

Zur Anfertigung feiner, senkrechter Durchschnitte durch das Epithel benutzte ich entweder diese losgelösten Kapselstücke, oder ich liess die Fixirungsflüssigkeit etwas länger auf das Augenpräparat einwirken, bis der vordere Theil der Linse fixirt war. Alsdann schnitt ich die ganze Linse mit ihrer Kapsel heraus und präparirte von hinten her die Linsenfasermasse ab, bis nur noch ein dünner Mantel derselben im Zusammenhang mit dem vorderen Epithel und der Kapsel übrig war. Hiervon liessen sich nach Paraffineinbettung leicht beliebig dünne Schnitte anfertigen.

Nach der üblichen Alkoholhärtung wurden die Präparate ausgiebig mit Jod behandelt.

Zur Färbung benutzte ich vor Allem die Eisenhämatoxylinfärbung in der von M. Heidenhain angegebenen Weise. Die abgelösten Linsenkapseln mit ihrem Epithel wurden direct nach der Alkohol- und Jodbehandlung gefärbt und in Balsam eingeschlossen, so dass die Paraffineinbettung umgangen wurde. Sie gaben ausgezeichnete Flächenbilder, da die Linsenkapsel, wenigstens bei kleinen Thieren, sich früher als das Epithel entfärbte und daher nicht hinderlich wurde. Bei grösseren Thieren mit dicken Kapseln wird sie allerdings störend.

Untersucht man so präparirte, mit ihrem Epithel versehene Linsenkapseln nach Eisenhämatoxylinfärbung mit schwacher Vergrösserung, etwa Zeiss' Apochrom. Obj. 8 ^{mm}, Apert. 0·65, Compensations-Ocular Nr. 12, so erhält man Flächenbilder, wie eines in Taf. XIV, Fig. 1 dargestellt ist.

Man sieht die etwas unregelmässig gestalteten, bisweilen auch leicht eingekerbten Kerne, in welchen mehrere kleine Kernkörperchen liegen; ein jeder Kern gehört je einer Epithelzelle an. Die Zellgrenzen sind meist nicht so deutlich, wie sie in den in Taf. XIV Figg. 1 und 2 abgebildeten Präparaten erscheinen.

Was nun in diesen Präparaten beachtenswerth ist, das sind eigenthümliche stabförmige Einlagerungen, welche schon bei schwachen Vergrösserungen (Taf. XIV, Fig. 1) sehr auffällig werden. Man bemerkt in jeder Zelle gewöhnlich je einen Stab. Bei undeutlichen Zellgrenzen hält es schwer, die Zugehörigkeit der Stäbe zu den einzelnen Zellen festzustellen; meist entspricht dann aber die Zahl der Stäbe der Zahl der Kerne. Nur verhältnissmässig selten habe ich in einer Zelle zwei gefunden, die sich dann berühren oder auch kreuzen können (Taf. XIV, Fig. 5 *v*). Drei oder gar vier Stäbe in einer Zelle habe ich nur in einigen wenigen, ganz vereinzelten Fällen angetroffen.

Die Einlagerungen gehören stets dem Protoplasma der Zellen an und liegen niemals im Kern.

Mit Eisenhämatoxylin färben sie sich gut und lassen sich damit leicht zur Darstellung bringen. Nur darf man die Präparate in der Eisenalaunlösung nicht zu stark entfärben, weil die Stäbe schliesslich noch vor den

Kernen ihre Farbe verlieren. Ist der Grad der Entfärbung richtig getroffen, so erscheinen sie in dem aufgehellten Protoplasma intensiv schwarz tingirt und heben sich sehr scharf, auch an ihren Enden, von der umgebenden Zellsubstanz ab.

Stärkere Vergrösserungen geben uns näheren Aufschluss über die Form der Einlagerungen (vgl. Taf. XIV, Figg. 2, 4 und besonders die Zusammenstellung in Fig. 5 *a*—*v*).

Meist besitzen sie die Form ganz gerader Stäbe von sehr ungleicher Länge. Die letztere schwankt zwischen 0·0045 bis 0·0108 mm und kann hier und da vielleicht noch etwas mehr betragen; am häufigsten liegt sie zwischen 0·0063 bis 0·0081 mm. Besonders lange Stäbe durchsetzen die ganze oder doch nahezu die ganze Breite der Zelle. Auch die Dicke der Stäbe variirt etwas, indem die einen sehr dünn und fein, andere wieder dick erscheinen. Diese Dickendifferenzen (vgl. Taf. XIV, Fig. 5) sind aber nicht sehr auffällig; man muss dabei auch mit den verschieden starken Färbungen in den entfärbten Eisenhämatoxylin-Präparaten rechnen. Jedenfalls hat der einzelne Stab in seinem ganzen Verlaufe stets dieselbe Dicke (von der noch zu besprechenden Gliederung abgesehen). Die Enden der Stäbe sind senkrecht zur Längsaxe abgeschnitten.

Sehr häufig kommen aber auch Abweichungen von der geraden Stabform vor. Seltener sind noch leichte Umbiegungen des ganzen Stabes (Taf. XIV, Fig. 5 *i*), weit häufiger dagegen partielle kleine Einbiegungen oder auch winkelige Umknickungen in der Mitte des Stabes oder auch an seinen Enden (Taf. XIV, Fig. 5 *f*, *g*, *h*, *k*—*n*). Wiederholt, und dann gewöhnlich stellenweise in benachbarten Zellen, habe ich auch sehr ausgesprochene korkzieherartige Windungen gesehen (Taf. XIV, Fig. 5 *o*—*q*); Formen, wie in Taf. XIV, Fig. 5 *k*, *n*, *o* und *r*, waren selten. Diese Biegungen können nicht allein auf Rechnung einer Schrumpfung der ganzen Zelle in Folge von Reagenswirkung gesetzt werden, sondern scheinen mir präformirt zu sein. In Folge der mannigfachen Biegungen verloren die Einlagerungen das Starre, Stabartige und nahmen mehr das weiche Aussehen von Fadenbildungen an.

Am merkwürdigsten erschien mir eine Gliederung der Stäbe, die ich hier und da deutlich gesehen habe, besonders an etwas stärker entfärbten Präparaten (Taf. XIV, Fig. 5 *t*). Auch konnte ein längerer Stab in einer Zelle der Quere nach bisweilen in zwei, gewöhnlich ungleiche Stücke zerfallen sein (Taf. XIV, Fig. 5 *s*); selten war er in mehrere, bis vier und fünf, zerlegt (Taf. XIV, Fig. 5 *u*). Ob diese Erscheinung allein darauf zurückzuführen ist, dass der Stab einer Zelle etwa erst in Folge der Behandlung zerbrochen ist, lässt sich schwer entscheiden.

Die Stäbe lagen in den Zellen meist parallel den beiden Zellflächen oder ihnen doch annähernd parallel. Nicht selten waren sie aber auch

schräg oder selbst (bei kürzeren Stäbchen) senkrecht zu den Flächen gestellt. Sie erschienen dann im Flächenbilde in der Verkürzung oder, bei verticaler Stellung, als scharf umschriebener, kreisrunder, dunkler Punkt. (In Taf. XIV, Fig. 2 sind mehrere schräg gestellte Stäbe in der Verkürzung gezeichnet, ihr eines Ende erscheint daher undeutlich.) Mit Bezug auf den Kern befinden sie sich meist in tangentialer Lage, konnten sich aber auch mehr radiär zu demselben einstellen. Gewöhnlich lagen sie im Flächenbilde neben dem Kern, seltener legte sich ein Ende oder gar der ganze Stab über denselben. In bei Weitem der Mehrzahl der Fälle waren sie dem Kern genähert, seltener weit davon abgerückt.

Dass es sich in den Stäben um Zelleinschlüsse und nicht etwa nur um Auflagerungen handelt, beweisen zur Evidenz Durchschnitte durch die Epithellage, welche senkrecht zu den Zellflächen ausgeführt wurden. Taf. XIV, Figg. 3 u. 4 zeigen solche Durchschnitte. *LK* ist die Linsenkapsel, *E* das vordere Linsenepithel, welches sich an dem einen Ende der Präparate von der Hinterfläche der Kapsel abgelöst hatte. Man sieht schon bei schwacher Vergrösserung (Taf. XIV, Fig. 3), weit deutlicher bei starker (Taf. XIV, Fig. 4), die Stäbe innerhalb des Protoplasmas der Zelle in der Nähe des Kernes, in der geschilderten wechselnden Lage, entweder der Länge nach oder auch in der Verkürzung; in der vierten Zelle von oben der Fig. 4 erscheint der Stab im optischen Durchschnitt als dunkler, kreisrunder Punkt, ähnlich auch in ein paar Zellen der Fig. 3. In diesen senkrechten Durchschnitten lässt sich auch feststellen, dass die Stäbe in Bezug auf den sagittalen Durchmesser der Epithelzellen meist im Niveau der Kerne, nicht selten aber auch mehr nach vorne oder nach hinten liegen; bisweilen habe ich sie ganz in der Nähe der hinteren Zellfläche angetroffen.

Diese stab- und fadenförmigen Einlagerungen habe ich nun im vorderen Linsenepithel aller von mir untersuchter, erwachsener, gesunder Meerschweinchen (etwa 20 Stück) ganz constant in jedem Präparate gefunden. Bei gut gelungener Färbung waren sie gewöhnlich in einer jeden Zelle nachweisbar; nur selten wurden sie in einer Zelle zwischen anderen stäbchenhaltigen vermisst. Allerdings fanden sich in manchen Präparaten auch grössere und kleinere Stellen, an welchen sie in den Zellen nicht aufgefunden werden konnten, solche Stellen waren aber meist sehr stark entfärbt, so dass ihr Fehlen dann wohl meist nur scheinbar war und nur auf Rechnung einer zu starken Entfärbung gesetzt werden musste. Indessen findet man nicht selten auch grössere, nicht zu stark entfärbte Zellcomplexe, wo sie in der That fehlen. Freilich ist auch mit der Launenhaftigkeit der Eisenhämatoxylin-Methode zu rechnen.

Es fragt sich nun, wie diese Zelleinschlüsse zu deuten sind.

In Folge der Behandlung ausgefällte, in dem lebenden Gewebe vorher

nicht vorhanden gewesene Krystallbildungen können es nicht sein. Dagegen sprechen ihr meist ganz constantes Vorkommen in diesen Zellen, ihr Fehlen in anderen, nach genau den gleichen Methoden behandelten Geweben, das Aussehen der gebogenen, gegliederten Formen, denen das Krystallinisch-Starre fehlt, und schliesslich der Umstand, dass gewöhnlich in je einer Zelle je ein Stab liegt. In dem ganz frischen, in Humor aqueus untersuchten Epithel ist es wegen des körnigen Aussehens des Protoplasmas nicht möglich, die zarten Gebilde zu erkennen.

Auch an parasitäre Einschlüsse ist nicht zu denken, worin mir Hr. Geheimrath Löffler, welcher die Freundlichkeit hatte, Präparate durchzusehen, beistimmte. Ich will nicht unterlassen, zu erwähnen, dass die von mir untersuchten Meerschweinchen zu Impfversuchen niemals benutzt worden und bakteriologisch völlig unbescholten waren.

Demnach blieben, wie ich schon hervorhob, als ich diese Bildungen im vorigen Jahre auf der XIII. Versammlung der anatomischen Gesellschaft in Tübingen[1] demonstrirte, nur zwei Möglichkeiten übrig: entweder handelt es sich um Centralkörper oder um sogenannte Krystalloide.

Anfangs war ich mehr geneigt, in ihnen Centralkörper zu erblicken. Centralkörper von der Form kleiner Stäbchen sind ja von K. W. Zimmermann, Meves, mir und Anderen mehrfach beschrieben, von der Grösse, wie sie die von mir beobachteten Bildungen aufweisen, allerdings noch nicht. Indessen würde die Grösse ihre Centralkörpernatur nicht absolut ausschliessen, da man, wie ich glaube, in diesen Dingen immer noch auf Ueberraschungen gefasst sein muss, zumal ihr constantes Vorkommen, ihre Färbereaction, ihre beschränkte Zahl in einer jeden Zelle dafür sprechen. Vor Allem aber wollte es mir niemals gelingen, in den Elementen des vorderen Linsenepithels andere centralkörperähnliche Gebilde aufzufinden; auch jetzt ist mir dies in den ruhenden Zellen mit Bestimmtheit noch nicht gelungen.[2]

Echte Centralkörper von der Form langer Stäbe sind in der That kürzlich entdeckt worden. Als ich in Tübingen Hrn. Prof. E. van Beneden meine Zeichnungen demonstrirte, theilte mir Hr. van Beneden mit, dass Hr. Halkin, ein Schüler von ihm, kürzlich ganz ähnliche lange Stäbchen an den Spindelpolen sich theilender Eizellen eines Plattwurmes (Polystomum integerrimum) aufgefunden habe. Hr. van Beneden hatte die grosse Liebenswürdigkeit, mir nach Greifswald ein Originalpräparat zum Vergleiche zu senden. Dasselbe zeigte in der That an jedem Spindelpole der in Theilung begriffenen Eizelle je zwei gerade Centralstäbe von demselben

---

[1] *Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der XIII. Versammlung in Tübingen vom 21. bis 24. Mai 1899.* S. 180.

[2] Vgl. indessen die Nachschrift am Schlusse dieser Abhandlung (in die Correctur eingefügter Zusatz).

Aussehen und fast so lang, wie die kürzeren der von mir im Linsenepithel beobachteten Stabbildungen.

Andererseits hat die Annahme, dass es sich im Linsenepithel um sogenannte Krystalloide handele, a priori auch sehr viel für sich.

Krystalloide kommen bekanntlich in pflanzlichen Zellen in grosser Verbreitung vor. Sie stellen krystallähnliche, von Proteïnsubstanzen gebildete Körper dar und dienen wahrscheinlich meist als Reservestoffe. Sie werden in den pflanzlichen Zellen besonders im Kern, aber auch im Cytoplasma, im Zellsaft und als Einschlüsse in den Aleuronkörnern und Chromatophoren angetroffen.[1]

---

[1] Die Litteratur über die Krystalloide der Pflanzen ist sehr umfangreich und kann hier nicht näher darauf eingegangen werden. Es sei nur auf die folgenden grundlegenden Arbeiten verwiesen.

Der Entdecker der Krystalloide bei den Pflanzen ist Th. Hartig (*Botanische Zeitung*. 1856. Derselbe, *Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeimes*. Leipzig 1858). Vorher hatten allerdings schon Bailey (On the crystals which occur spontaneously formed in the tissues of plants. Silliman, *Journal of science and arts*. New-Haven 1845) und Nägeli (*Pflanzenphysiologische Untersuchungen*. 1855. Heft 1) Krystallformen im Pflanzengewebe aufgefunden, ihre wahre Natur aber nicht erkannt.

Radlkofer, *Ueber Krystalle proteïnartiger Körper*. Leipzig 1859. — F. Cohn, Ueber Proteïnkrystalle in den Kartoffeln. 37. *Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur*. 1859 (*Journal für praktische Chemie*. Bd. LXXX).

Nägeli, Ueber die krystallähnlichen Proteïnkörper und ihre Verschiedenheit von wahren Krystallen. 1. Ueber die aus Proteïnsubstanzen bestehenden Krystalloide in der Paranuss. 2. Farbstoffkrystalloide bei den Pflanzen. *Sitzungsberichte der königl. bayerischen Akademie der Wissensch*. 1862. Bd. II. S. 120. Nägeli führte für alle krystallartigen Gebilde eiweissartiger Substanz die Bezeichnung: Krystalloide ein und stellte als Unterschiede zwischen ihnen und den Krystallen fest:

1. die Unbeständigkeit der Winkel der Krystalloide;

2. die Imbibitionsfähigkeit und grosse Quellbarkeit der Krystalloide in gewissen Flüssigkeiten;

3. das Wachsthum der Krystalloide durch Intussusception (im Gegensatz zu dem Wachsthum der Krystalle durch Apposition).

Schimper, Ueber die Krystallisation der eiweissartigen Substanzen. *Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie*. 1881. Bd. V. S. 131; daselbst ein ausführliches Litteraturverzeichniss bis zum Jahre 1880.

Ueber die neuere Litteratur der pflanzlichen Krystalloide siehe: A. Zimmermann. *Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle*. 1888. S. 31 und 79. Derselbe, *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle*. Tübingen 1890—93. Bd. I. Heft 1. Nr. 5. S. 54; Ueber die Proteïnkrystalloide. I. *Ebenda*. Heft 2. S. 112; Ueber Proteïnkrystalle. II. Derselbe, Sammelreferate aus dem Gesammtgebiete der pflanzlichen Zellenlehre. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*. 1893. Jahrgang III und 1894. Jahrgang IV. Derselbe, Ueber das tinctionelle Verhalten der Zellkernkrystalloide. *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie*. 1893. Bd. X. S. 211.

Ferner: Stock, Ein Beitrag zur Kenntniss der Proteïnkrystalle, in Cohn, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*. 1893. Bd. VI. S. 213. Auch als Tübinger Inaugural-Dissertation, erschienen in Breslau 1892. (Stock arbeitete unter Vöchting.)

In thierischen Zellen sind sie weit seltener und nur in ganz vereinzelten Funden beobachtet worden, weniger bei Wirbelthieren als besonders bei Wirbellosen. Ihre Formen, ebenso wie ihre Reactionen, können sehr verschieden sein. Prenant[1] hat kürzlich die Litteratur hierüber zusammengestellt und selbst eine Beobachtung aus der Thymusdrüse eines Chamäleons mitgetheilt. Indem ich auf diese Zusammenstellung verweise, will ich hier nur einige ergänzende Angaben machen und die Beobachtungen früherer Autoren hervorheben, welche mit meinen Befunden in Beziehung gebracht werden können.

Krystalloide kommen bei den Thieren sowohl in den Kernen wie auch im Zellprotoplasma vor, wenn wir hier von den Krystalloiden und krystallähnlichen Bildungen, welche ausserhalb der Zellen frei im Gewebe oder in Körperflüssigkeiten (z. B. Böttcher'sche Spermakrystalle, Charcot-Leyden'sche Krystalle) gefunden werden, absehen.

In den Kernen wurden sie beobachtet von A. v. Kölliker[2] (Keimbläschen einiger Fische, allerdings erst 12 bis 24 Stunden nach dem Tode), Carnoy[3] (Zellkern einer Speicheldrüse von Nepa cinerea), J. Frenzel,[4] Rengel[5] und Biedermann[6] (Epithelzellen des Mitteldarmes, besonders seines vorderen Abschnittes, der Larve von Tenebrio molitor, ebenso [Mingazzini[7]] in Lamellicornierlarven), ferner in den Kernen der Amöbocyten

[1] A. Prenant, Notes cytologiques. I. Cristalloides dans la glandule thymique du caméléon. *Archives d'Anatomie microscopique.* 1897. T. I. p. 82. — Derselbe, Notes cytologiques. III. Cristalloides intranucléaires des cellules nerveuses sympathiques chez les mammifères. *Ebenda.* p. 366. Prenant führt hier auch die Litteratur über die Dotterplättchen der Wirbelthiereier, ferner über die Rhabditen der Epidermiszellen der Turbellarien und unter den Pflanzen über die Bakteroiden in den Wurzelknollen der Leguminosen auf, worauf hier verwiesen sei. Vgl. auch die Angabe von Bertkau über das Vorkommen tafel- und prismenförmiger Krystalloide im Ei einer Spinne (Oletera picea) (Bertkau, Ueber den Generationsapparat der Araneïden. *Archiv für Naturgesch.* 41. Jahrg. 1875. Bd. I. S. 248).

[2] A. v. Kölliker, Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. *Verhandl. der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg.* 1858. Bd. VIII. p. 92.

[3] Carnoy, *Biologie cellulaire.* 1884. Fig. 111.

[4] J. Frenzel, Ueber Bau und Thätigkeit des Verdauungscanales der Larve des Tenebrio molitor mit Berücksichtigung anderer Arthropoden. *Berliner entomologische Zeitschrift.* 1882. Bd. XXVI. Heft 2. S. 267. — Derselbe, Einiges über den Mitteldarm der Insekten sowie über Epithelregeneration. *Archiv für mikroskop. Anatomie.* 1886. Bd. XXVI. S. 287.

[5] C. Rengel, Ueber die Veränderungen des Darmepithels bei Tenebrio molitor während der Metamorphose. *Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie.* 1896. Bd. LXII.

[6] W. Biedermann, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. I. Die Verdauung der Larve von Tenebrio molitor. Pflüger's *Archiv.* 1898. Bd. LXXII. S. 105.

[7] Mingazzini, Ricerche sul canale digerente dei Lamellicorni fitofagi (insetti perfetti). *Mittheilungen der zoologischen Station zu Neapel.* 1889. Bd. IX.

der Seeigel von Cuénot,[1] Leipold,[2] List[3] und neuerdings auch in den Kernen der sympathischen Ganglienzellen des Igels von v. Lenhossék.[4]

Für gewöhnlich lag in einem jeden Kern nur ein Krystalloid, selten mehr.

Im Protoplasma von thierischen Zellen fanden sie L. Auerbach[5] (Amoeba actinophora), E. van Beneden[6] (Ectodermzellen der Kaninchenkeimblase), Bonnet[7] und Tafani[8] (Uterusepithel, Ectoderm und Chorion des Schafes), Bellonci, Emery und J. Frenzel[9] (Epithelzellen der Mitteldarmdrüse der Isopoden), Reinke[10] (Zwischenzellen des menschlichen Hodens), Lubarsch[11] (Spermatogonien und Epithelzellen der gewundenen Hodencanälchen des Menschen), und Schumacher[12] (Phagocyten der

---

[1] Cuénot, Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 2. partie. Invertébrés. *Arch. zool. expériment.* 1891. Sér. 2. T. IX. p. 593.

[2] Leipold, Das angebliche Exkretionsorgan der Seeigel, untersucht an Sphaerechinus granularis und Dorocidaris papillata. *Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie.* 1892. Bd. LV. S. 585.

[3] List, Ueber die Entwickelung von Proteïnkrystalloiden in den Kernen der Wanderzellen bei Echiniden. *Anatomischer Anzeiger.* 1898. Bd. XIV. Nr. 7. S. 185 bis 191. — Nach St. Hilaire (Die Wanderzellen in der Darmwand der Seeigel. *Travaux de la Soc. impér. des Naturalistes de St. Pétersbourg.* Vol. XXVII. Sect. Zool. et Physiol. p. 221. Citirt nach Flemming, *Ergebnisse der Anatomie.* Bd. VII. S. 469) sollen die Krystalloide bei den Seeigeln ausser im Kern auch im Protoplasma vorkommen.

[4] v. Lenhossék, Beiträge zur Kenntniss der Zwischenzellen des Hodens. *Dies Archiv.* 1897. Anat. Abthlg. S. 65.

[5] L. Auerbach, Ueber die Einzelligkeit der Amöben. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1856. Bd. VII. p. 399.

[6] Ed. van Beneden, Recherches sur l'embryologie des mammifères. La formation des feuillets chez le lapin. *Archives de Biologie.* 1880. T. I. p. 136.

[7] R. Bonnet, Ueber eigenthümliche Stäbchen in der Uterinmilch des Schafes. *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin.* 1882. Bd. VII. S. 211. — Derselbe, Die Uterinmilch und ihre Bedeutung für die Frucht. *Beiträge zur Biologie.* Festschrift für v. Bischoff. Stuttgart 1882. S. 220.

[8] Tafani, *Sulle condizioni utero-placentali della vita foetale.* Firenze 1886.

[9] J. Frenzel, Ueber die Mitteldarmdrüse der Crustaceen. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.* 1884. Bd. V. S. 90.

[10] Fr. Reinke, Beiträge zur Histologie des Menschen. I. Ueber Krystalloidbildungen in den interstitiellen Zellen des menschlichen Hodens. *Archiv f. mikroskop. Anatomie.* 1896. Bd. XLVII. S. 35. — Aehnliche Krystalloide, wie Reinke, fand van Bambeke in den Eizellen von Pholcus (van Bambeke, L'oocyte de Pholcus phalangioides Fuessl. *Verhandl. der anatomischen Gesellschaft in Gent.* 1897. S. 71. — Derselbe, Cristalloides dans l'oocyte de Pholcus phalangioides Fuessl. *Archives d'Anatomie microscopique,* publ. par Balbiani et Ranvier. 1898. T. II. p. 65).

[11] Lubarsch, Ueber das Vorkommen krystallinischer und krystalloider Bildungen in den Zellen des menschlichen Hodens. Virchow's *Archiv.* 1896. Bd. CXLV. S. 316.

[12] Schumacher, Ueber die Lymphdrüsen von Macacus rhesus. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1897. Bd. XLVIII. S. 162.

Lymphknoten von Macacus rhesus). Hierher gehören wohl auch die stäbchenartigen Bildungen, welche Ehrlich, Schwarze,[1] Bizzozero und Torre[2] und Denys[3] in den eosinophilen Zellen des Blutes und des Knochenmarkes der Vögel gefunden haben,[4] sowie die Angaben von Blochmann[5] über das regelmässige Vorkommen von bakterienähnlichen Gebilden in den Geweben (Fettkörper) und Eiern verschiedener Insekten, und von Korschelt[6] über ähnliche Befunde in den Spinndrüsen und im Fettkörper von Raupen (besonders von Pieris brassicae); beide Autoren sind allerdings mehr geneigt, die Stäbchen für wirkliche Bakterien zu halten.

Von besonderem Interesse sind noch die Mittheilungen von Biedermann, dass in den Zellen des Mitteldarmes der Tenebriolarve,[7] deren Kern regelmässig ein Krystalloid aufwies, auch das Protoplasma sowohl in besonderen Einschlüssen des Zellkörpers, die als Proteïnkörner und Proteïnklümpchen bezeichnet und mit den Aleuronkörnern der pflanzlichen Zellen verglichen werden, wie auch theilweise frei im Plasma Eiweisskrystalle zur Ablagerung bringt. Hinsichtlich der physiologischen Bedeutung dieser Krystalloide kommt Biedermann[8] zu folgendem Urtheil: „Ueberblickt man die Fälle, in welchen es zur Ablagerung von Eiweisssubstanzen in krystallinischer Form kommt, so zeigt sich, dass nicht nur im Pflanzenreich, wo gerade die Proteïnkörner der Samen darüber keinen Zweifel lassen, sondern auch bei Thieren — es sei nur an die Dotterplättchen gewisser Eier erinnert — krystallinisches Eiweiss im Allgemeinen stets als Reservematerial fungirt, als ein gespeicherter Vorrath für späteren Gebrauch.“

[1] Schwarze, Ueber stäbchenhaltige Lymphzellen bei Vögeln. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1880. Nr. 43. S. 807. — Derselbe, Ueber eosinophile Zellen. *Inaug.-Dissert.* Berlin 1880.

[2] Bizzozero und Torre, Ueber die Blutbildung bei Vögeln. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1880. Nr. 40. S. 786.

[3] J. Denys, La structure de la moelle des os et la genèse du sang chez les oiseaux. *La Cellule.* 1887. T. IV. p. 221.

[4] Hiermit stehen auch wohl die in Figg. 48 bis 50 seiner Abhandlung abgebildeten Einschlüsse in Beziehung, welche M. Heidenhain (Ueber Kern und Protoplasma. *Festschrift* für Kölliker. Leipzig 1892) in Leukocyten beobachtet hat.

[5] Blochmann, Ueber das regelmässige Vorkommen von bakterienähnlichen Gebilden in den Geweben und Eiern verschiedener Insekten. *Zeitschrift für Biologie.* 1888. N. F. Bd. VI. (Bd. XXIV.) S. 1. — Derselbe, Ueber die Reifung der Eier bei Ameisen und Wespen. *Festschrift des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg.* 1886. S. 143—172; *Verhandl. des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg.* N. F. Bd. III. S. 243—246; *Biologisches Centralblatt.* 1886. Bd. VI. S. 554—559.

[6] Korschelt, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes. *Zoolog. Jahrbücher.* Abth. für Anatomie und Ontogenie. 1891. Bd. IV. S. 88.

[7] Auch im Protoplasma der Darmzellen der Larven von Hymenopteren (Bienen) kommen nach Biedermann (a. a. O.) anscheinend krystallinische Bildungen vor.

[8] A. a. O. S. 127.

Biedermann ist daher geneigt, „nicht nur die Kernkrystalloide, sondern auch die Proteïnkörner und Klümpchen mit ihren Einschlüssen im Insektendarm als Reservestoffe“ aufzufassen, die ihre Entstehung wohl resorptiven Vorgängen und synthetischen Processen verdanken.

Im Gegensatz zu den Kernkrystalloiden war die Zahl der von den aufgeführten Autoren im Protoplasma einer thierischen Zelle beobachteten Krystalloide gewöhnlich eine grosse, nicht selten so enorm gross, dass die ganze Zelle damit vollgepfropft erschien.

Die Form der Krystalloide wird sehr verschieden beschrieben. Nur in wenigen Fällen (van Beneden, Bonnet, Lubarsch, v. Lenhossék) war sie rein stäbchenförmig. Besonders interessirt im Hinblick auf meine Befunde die Angabe von van Beneden, dass seine Stäbchen bisweilen leicht gebogen und auch gegliedert (moniliformes) waren; auch Blochmann beschreibt eine Gliederung und einen Zerfall. Die meiste Aehnlichkeit mit den von mir im Linsenepithel beobachteten Gebilden scheinen mir die von v. Lenhossék in den sympathischen Ganglienzellen des Igels aufgefundenen intranucleären Stäbchen zu haben. Hr. College v. Lenhossék hatte die Liebenswürdigkeit, mir diese Kernkrystalloide in Tübingen zu demonstriren; die dünnen, zarten Krystalloide glichen in der That sehr den kleinsten von mir im Linsenepithel beobachteten Stäbchen. Auch ist die Färbereaction dieselbe; überhaupt scheinen sich die meisten thierischen Krystalloide mit Eisenhämatoxylin besonders intensiv zu färben.

Nach Allem muss demnach die zweite Annahme, dass es sich in den Gebilden des Linsenepithels um Krystalloide handelt, auch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen.

Eine bestimmte Entscheidung, ob Centralkörper oder Krystalloide, lässt sich nur auf experimentellem Wege herbeiführen, und zwar dadurch, dass die Elemente des vorderen Linsenepithels zur Zelltheilung gebracht werden. Alsdann muss sich ja das Schicksal der Stäbe bei der Mitose ergeben und zu Tage treten, ob sie bei den mitotischen Vorgängen als echte Centralkörper eine Rolle spielen.

Mitosen im vorderen Linsenepithel unter normalen Verhältnissen zu beobachten, ist schwierig. Ich habe sie nur bei ganz jungen Thieren angetroffen. Bei alten Thieren wurden sie dagegen normaler Weise stets vermisst, was auch mit meinen sonstigen Erfahrungen über die Persistenz der Zellen im Einklange steht. Ich musste daher versuchen, die Zellen durch Reizung zur Theilung zu bringen. Nach einigem Experimentiren ist mir das denn auch gelungen, und ist es nicht schwierig, im Linsenepithel Mitosen experimentell zu erzeugen. Ich verfuhr dabei derart, dass ich an einem lebenden, erwachsenen Meerschweinchen mit einem Starmesser die Cornea in ihrem unteren Theile einschnitt, so dass das

Kammerwasser abfloss. Alsdann wurde durch die Corneawunde ein glühender, feiner Stift in die vordere Augenkammer eingeführt und die Linsenkapsel damit leicht angesengt. Das andere Auge liess ich zur Controle intact. Bald kam ich dahinter, dass diese etwas umständliche Operation gar nicht erforderlich war; ein leichtes Einritzen der Linsenkapsel,[1] ja allein schon das Eröffnen der vorderen Augenkammer mit Offenhaltung der Corneawunde genügten, um Zelltheilungen hervorzurufen. Nach einigen Tagen wurden die Thiere getödtet und das Linsenepithel beider Augen in der oben angegebenen Weise zur Untersuchung vorbereitet. Im Ganzen operirte ich sieben erwachsene Meerschweinchen.

Fast alle Präparate des gereizten Auges zeigten vom zweiten Tage ab Mitosen aller Stadien, die einen spärlicher, die anderen sehr reichlich.[1]

Für die sämmtlichen in Mitose begriffenen Zellen ist nun in erster Linie hervorzuheben, dass die stabförmigen Einlagerungen in ihnen stets fehlen; in keiner einzigen sich theilenden Zelle habe ich einen Stab auffinden können. Das wurde besonders auffällig in einem Präparat, welches von dem gesund erhaltenen Auge eines Thieres stammte, dessen anderes Auge operirt war. In dem Linsenepithel der gesunden Seite führten die ruhenden Zellen die Stäbe ganz constant. Zwischen den ruhenden Elementen fand ich nun drei vereinzelte in Mitose befindliche Zellen; hier war gewissermaassen unter einer Art von „sympathischem“ Einfluss auch in dem Linsenepithel der gesunden Seite Zelltheilung erfolgt. In diesen drei sich theilenden Zellen war nun kein Stab vorhanden, während alle übrigen, um diese Mitosen herumliegenden Elemente die Stäbe ausnahmslos sehr schön ausgebildet besassen.

Dagegen konnten in den in Karyokinese befindlichen Zellen[2] die echten Centralkörper deutlich nachgewiesen werden. Sie bilden hier kleine Kügelchen, wie gewöhnliche Centralkörper anderer Zellen, von denen sie sich in nichts unterscheiden. Man könnte nun einwenden, dass die langen Stäbe sich in diese Centralkörperchen bei Beginn der Mitose umgewandelt hätten.

---

[1] Auch Schuchardt erhielt nach einfacher Discision der Kapsel beim Kaninchen schon vom 2. Tage nach der Operation ab Mitosen im Kapselepithel. K. Schuchardt, Zur pathologischen Anatomie der Discisionen. *Inaug.-Dissertation.* 1878.

[2] Nebenbei bemerkt, konnte ich in dem gereizten Linsenepithel die Flemming'schen Zwischenkörper sehr schön nachweisen, welche hier sehr lange persistiren; sie finden sich, ähnlich wie bei den Salpen, noch zwischen den Zellen vor, deren Kerne schon längst in das Ruhestadium eingetreten sind und auch der Grösse nach den Mutterkernen schon nahe stehen. Anfangs sind sie noch mit den Spindelfasern versehen. Die intensiv gefärbten Körper von der Form eines grösseren Kornes liegen im Flächenpräparat zwischen den Tochterzellen in etwas anderer Ebene, als die Tochterkerne. (Vergl. E. Ballowitz, Zur Entstehung des Zwischenkörpers. *Anatomischer Anzeiger.* 1898. Bd. XIV. Nr. 15.)

Dafür habe ich aber nicht den geringsten Anhaltspunkt gewonnen, obwohl ich gerade die Anfangsstadien der Mitose oft angetroffen und darauf hin genau untersucht habe. So sah ich die Centralkörper an den Spiremen oft an deren Rande als kleine Kügelchen liegen. Vielmehr glaube ich, dass schon diese Befunde so zu deuten sind, dass die Stäbe Krystalloide darstellen, welche während der Mitose in der Zelle eingeschmolzen werden und dadurch als Formgebilde derselben verschwinden.[1] Die echten Centralkörper, welche in den ruhenden Zellen neben den Krystalloiden vermuthlich auch existiren, sind wahrscheinlich so klein und liegen so ungünstig, dass sie mit Bestimmtheit im Ruhezustande nicht erkannt werden können.[2]

Dieses Resultat wird noch durch andere von mir gemachte Beobachtungen bestätigt. Die Stäbe verschwinden nämlich nicht allein in den in Karyokinose befindlichen Zellen, sondern fehlen überhaupt in allen, oder doch bei weitem den meisten ruhenden Elementen des vorderen Linsenepithels, welches dem operirten, gereizten Auge entnommen wurde. Wären es Centralkörper, so müssten sie sich darin doch nach wie vor nachweisen lassen.

Schliesslich habe ich noch einen gewichtigen, für die Krystalloidnatur der Stäbe sprechenden Befund hinzuzufügen, den ich an dem Epithel der Membrana Descemeti erwachsener Katzen nachträglich machte und den ich in einer im Archiv für mikroskopische Anatomie kürzlich erschienenen Arbeit[3] schon ausführlich geschildert habe. Ich fand hier in den Epithelzellen bei manchen Thieren ebenfalls stab- und fadenartige Einlagerungen, und zwar in jeder Zelle gewöhnlich je eine. Ihre Form glich ziemlich der Form der Krystalloide des Linsenepithels, nur war sie bei der Katze noch etwas vielgestaltiger und reichlicher gebogen und meist noch mehr von fadenartigem Charakter. Im Uebrigen handelte es sich zweifellos um ganz

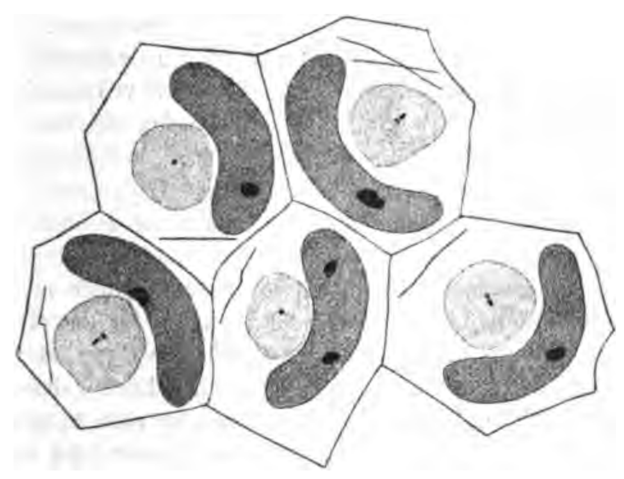
[1] Meines Wissens ist bis jetzt nur an pflanzlichen Zellen (Fruchtknotenwand von Melampyrum arvense) von A. Zimmermann das Verhalten der Krystalloide, und zwar der Kernkrystalloide, während der Zelltheilung studirt worden. Dieser Autor fand, dass die Kernkrystalloide während der Karyokinese aus dem Kern in's Cytoplasma gelangen, hier aber sehr bald wieder verschwinden, während in den beiden Tochterkernen von neuem Kernkrystalloide gebildet werden. A. Zimmermann, *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle.* Tübingen 1890—1893. S. 142.

[2] In Präparaten des vorderen Linsenepithels von der Katze und vom Pferd habe ich in den ruhenden Zellen bisweilen zwei kleine Körnchen in der Nähe der Kerne angetroffen, lasse es aber dahingestellt, ob es sich hier um Centralkörper handelte, da mir die Befunde nicht deutlich genug waren. In einigen Präparaten des Linsenepithels vom Meerschweinchen sah ich in vielen Zellen eine dunklere, rundliche, bisweilen deutlicher abgesetzte Stelle, über deren Bedeutung ich nicht in's Klare gekommen bin.

[3] Ueber das Epithel der Membrana elastica posterior des Auges, seine Kerne und eine merkwürdige Structur seiner grossen Zellsphären. Ein Beitrag zur Kenntniss der Organisation der Zelle. *Archiv f. mikrosk. Anatomie.* 1900. Bd. LVI. Taf. IX—XI.

gleiche Bildungen. In diesen krystalloidhaltigen Zellen des Corneaepithels konnte ich nun ausnahmslos stets ein Centralkörperpaar nebst einer grossen Zellsphäre nachweisen. Hier war demnach von vornherein der Gedanke ausgeschlossen, dass es sich um Centralkörperbildungen handeln könnte.

In der Textfigur habe ich 5 Epithelzellen der Membrana elastica posterior einer älteren Katze abgebildet. Man sieht in jeder Zelle den gebogenen Kern, in seiner Concavität die grosse Sphäre mit den Centralkörpern und daneben in dem Protoplasma je ein stab- oder fadenförmiges Krystalloid; in der einen Zelle rechts oben liegen zwei sich kreuzende Stäbe.



Fünf Zellen des Epithels der Membrana Descemeti aus dem Auge einer älteren Katze. Vier Zellen mit je einem Krystalloid; die fünfte Zelle rechts oben mit zwei sich kreuzenden Krystalloidstäben.

Die oben geschilderten Befunde von Krystalloiden in denjenigen Epithelien, welche den mit Kammerwasser angefüllten Kammerraum umgeben (Epithel der Membrana Descemeti, vorderes Linsenepithel), scheinen mir noch ein ganz besonderes Interesse zu beanspruchen. Denn man darf vermuthen, dass das Vorkommen der Krystalloide für das Kammerwasser von Bedeutung ist und vielleicht mit der chemischen Zusammensetzung und besonders mit dem Eiweissgehalt des Kammerwassers, sowie mit der Regulirung der Zusammensetzung des Wassers irgendwie in Beziehung steht.

Bekanntlich besitzt das Kammerwasser, nach Golowin[1] eine der specifisch leichtesten Flüssigkeiten des Körpers, nur einen geringen, aber con-

---

[1] Golowin, Untersuchungen über das specifische Gewicht des Kammerwassers. *Archiv für Ophthalmologie.* 1899. Bd. XLIX. S. 27.

stanten Gehalt an Eiweiss. Nach Michel und Wagner[1] enthält es (Auge vom Rind) 0·107 Procent Eiweisssubstanzen. Das nach Punction sich erneuernde Kammerwasser hat in der ersten Zeit nach der Punction einen etwas höheren Eiweissgehalt und ein etwas grösseres specifisches Gewicht.[2] Da das Kammerwasser sich nun, wie Leber[3] kürzlich noch ausgeführt hat, von den Ciliarfortsätzen aus stetig erneuert, um durch die Pupille in den vorderen Kammerraum zu gelangen und von hier wieder abzufliessen, und da es andererseits im Interesse der Leistungsfähigkeit des Auges zur Erhaltung seiner Durchsichtigkeit liegt, dass alle seine Bestandtheile in ihrer Zusammensetzung möglichst stabil bleiben, so reguliren vielleicht die Epithelzellen an der Wandung der Kammer den Eiweissgehalt des Kammerwassers; ist zu viel Eiweiss im Kammerwasser, so entnehmen sie dasselbe dem Wasser und speichern es in ihren Zellen in Form der oben von mir beschriebenen merkwürdigen Krystalloide auf. Verringert sich dagegen der Procentgehalt an Eiweiss, so geben sie die in den Krystalloiden aufgespeicherte Eiweisssubstanz an das Kammerwasser wieder ab. Die Krystalloide würden demnach auch in diesem Falle eine Art von Reservestoff darstellen. Dass das krystalloidhaltige vordere Linsenepithel durch die Linsenkapsel von dem Kammerwasser abgeschlossen wird, würde dieser Annahme nicht entgegentreten, da die vordere Linsenkapsel wohl zweifellos für das Kammerwasser permeabel ist,[4] ebenso wie die Descemet'sche Membran es wird, sobald ihr gegen den Kammerraum hin sie bedeckendes Epithel defect wird.

Jedenfalls steht mit meiner Vermuthung die oben mitgetheilte Thatsache im Einklange, dass aus dem vorderen Linsenepithel der operirten Meerschweinchen-Augen die Krystalloide ganz oder doch zum grössten Theile verschwinden. Man könnte sich vorstellen, dass dies unter dem Einflusse des beschleunigt abfliessenden Kammerwassers geschehen ist; die Epithel-

---

[1] Michel und Wagner, Physiologisch-chemische Untersuchungen des Auges. v. Graefe's *Archiv für Ophthalmologie*. 1886. Jahrg. XXXII. Abth. II. S. 173. Daselbst sind auch die Analysen früherer Untersucher zusammengestellt. Vgl. auch Vierordt, *Anatomische, physiologische u. physikalische Daten u. Tabellen*. Jena 1888.

[2] Vgl. Deutschmann, Zur Regeneration des Humor aqueus, nach Entleerung desselben aus der vorderen Augenkammer. v. Graefe's *Archiv für Ophthalmologie*. 25. Jahrg. 1879. Abth. 1. S. 99. — Bauer, Ueber die Ursache der veränderten Zusammensetzung des Humor aqueus nach Entleerung der vorderen Augenkammer. *Ebenda*. 1896. Bd. XLII. Abth. 3. S. 193.

[3] Leber, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse vom Flüssigkeitswechsel des Auges. *Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte*. 1895.

[4] Vgl. Ulrich, Ueber die Durchlässigkeit der Iris und der Linsenkapsel für Flüssigkeiten. *Archiv für Augenheilkunde*. Bd. XXXVI. S. 197. — Koster, Ueber die Möglichkeit der Filtration durch Iris und Chorioidea und durch die Linsenkapsel. *Ebenda*. Bd. XXXVIII. S. 27.

zellen haben das krystalloid abgelagerte Eiweiss wieder in gelöste Form übergeführt und an das abfliessende Kammerwasser abgegeben, das letztere hat das Epithel gewissermaassen ausgelaugt. Leider war es mir nicht möglich, mir ein grösseres Untersuchungsmaterial an lebenden Meerschweinchen zu beschaffen, um hierüber, wie ich es gerne gethan hätte, eingehende, subtilere Experimente anzustellen.

Die von mir vermuthete Bestimmung der Krystalloide im Auge wird nicht dadurch ausgeschlossen, dass ich die Stäbe bis jetzt nur erst bei vereinzelten Thierspecies gefunden habe. Im Epithel der Membrana Descemeti fand ich sie bis jetzt nur bei der Katze, im vorderen Linsenepithel allein bei dem Meerschweinchen. Das schliesst aber nicht aus, dass sie nicht doch eine allgemeinere Verbreitung in den genannten Epithelien des thierischen Auges, vielleicht auch in dem des Menschen, haben. Speciell hierauf gerichtete Untersuchungen wären sehr zu wünschen.

Aber selbst wenn sich herausstellte, dass die Krystalloide nur bei wenigen Thieren im Auge vorkommen, würde meine Deutung, welche ich ihnen hinsichtlich ihrer Function gegeben habe, dadurch noch nicht hinfällig werden. Denn es könnten die Epithelien bei den Thieren, welchen die Krystalloide abgehen, ja in irgend einer anderen Weise regulirend auf die Zusammensetzung des Kammerwassers wirken. Dass diese durch ihre Krystalloidform als Speicherstoffe kenntlich gemachten Eiweissablagerungen hier überhaupt vorkommen, dürfte schon ein ausreichender Hinweis darauf sein, dass die an der Kammerwand befindlichen Epithelien für das Kammerwasser nicht ganz ohne Belang sind, wenn auch der eigentliche Entstehungsort des Kammerswassers an ganz anderer Stelle (Ciliarfortsätze, nach Leber vielleicht auch die Hinterfläche der Iris) liegt. Im Uebrigen ist es ja bekannt, dass ein sporadisches Vorkommen bei meist ganz vereinzelten Thierspecies gerade den thierischen Krystalloiden eigenthümlich ist. Das eclatanteste Beispiel hierfür sind die von von Lenhossék[1] aufgefundenen Krystalloide, welche sich nach Prenant[2] ganz constant in einer jeden Ganglienzelle des Sympathicus vom Igel vorfinden, sonst aber in keiner anderen Ganglienzelle und bei keinem anderen Thiere bis jetzt beobachtet wurden.

Schliesslich deutet der Umstand, dass ich schon allein in dem Säugethierauge an zwei verschiedenen Stellen Krystalloide gefunden habe, wohl darauf hin, dass diese krystallinischen Proteïnablagerungen auch im thierischen Gewebe eine weitere Verbreitung haben dürften, als man bis jetzt wohl anzunehmen geneigt ist, wenn denselben hier auch jedenfalls nicht die allgemeine Verbreitung zukommt, die für die zur Ablagerung von Speicher-

---

[1] A. a. O. [2] A. a. O.

stoffen besonders eingerichteten pflanzlichen Gewebe durch die neueren Untersuchungen von A. Zimmermann und Stock nachgewiesen ist.

Nach Allem ist wohl so viel sicher, dass die im Auge von mir aufgefundenen stab- und fadenförmigen Zelleinschlüsse Krystalloide sind und dass dieselben im Haushalte der Zelle aufgespeicherte Reservestoffe bedeuten. Dafür spricht schon allein der Umstand, dass sie während der Mitose verschwinden: bei dem Mehraufwand der Zelle in Folge der karyokinetischen Vorgänge werden sie wieder eingeschmolzen und aufgebraucht. Das steht in Uebereinstimmung mit dem von Stock[1] für die Krystalloide der Pflanzen erhaltenen Resultate, wonach die Proteïnkrystalle in den Deckschuppen zahlreicher Oleaceae allgemein als Reservestoffe der Winterknospen zu betrachten sind; Verminderung des Stickstoffgehaltes der Nährlösungen ruft Verschwinden der Zellkern- und Chromatophorenkrystalle hervor, während erneute Zufuhr von Stickstoff das Wiederauftreten derselben veranlasst.

Nachschrift.

Inzwischen ist es mir bei jungen Meerschweinchen in gut gefärbten Präparaten gelungen, die beiden Centralkörper in einer jeden Zelle ganz constant aufzufinden. Wie ich vermuthete (vgl. S. 264), liegen sie sehr ungünstig ganz in der Nähe des Kernes, so dass sie für gewöhnlich durch den Kern verdeckt werden. Sie lagern am Kern in der Nähe seiner gegen die Linse gewandten Fläche; wenn man ein mit der Linsenkapsel nach oben gewandtes Flächenpräparat mit der Mikrometerschraube untersucht, so sieht man die Körperchen auftauchen in dem Moment, in welchem die Unterfläche des Kernes anfängt zu verschwinden. Bisweilen sind die Körperchen gegen den Kernrand gerichtet, selten liegen sie frei vom Kernfeld in geringer Entfernung davon. Sie bilden kleine, meist etwas ungleich grosse Körnchen, die gewöhnlich dicht bei einander liegen; nicht selten sind sie aber auch etwas von einander abgerückt, so dass ein deutlicher, heller Zwischenraum zwischen ihnen besteht. Eine Centrodesmose im Sinne von M. Heidenhain scheint hier demnach nicht zu bestehen. Nachdem ich ihr Vorkommen bei jungen Thieren festgestellt hatte, gelang es mir auch bei alten Meerschweinchen, die Centralkörperchen hier und da zu erkennen; die Beobachtung ist hier aber schwieriger.

Ich habe die Centralkörper nun auch in solchen Epithelzellen des vorderen Linsenepithels vom Meerschweinchen regelmässig gefunden, welche

---

[1] A. a. O.

Stäbe führten. Durch diesen Befund wird also definitiv nachgewiesen, dass es sich in den von mir oben beschriebenen Gebilden des Linsenepithels um Krystalloide handelt. Die letzteren kommen übrigens schon bei ganz jungen Meerschweinchen vor; schon bei 3tägigen Thieren habe ich sie beobachtet. Sie sind hier aber nicht so allgemein verbreitet und so zahlreich, als bei erwachsenen Thieren. Nur hier und da sieht man einzelne oder einige Zellen mit Krystalloiden, seltener grössere Complexe. Die Form der Krystalloide bei jungen Thieren ist meist die gleiche, wie bei erwachsenen. Oft erscheinen sie aber auch breiter, plumper, mehr von Krystallform, als bei alten Thieren. Diese Verbreiterung wird meist dadurch bedingt, dass zwei Krystalloide dicht neben einander liegen; nicht selten ragt dann aus dem einen oder auch aus beiden Enden des breiten Körpers eine lang ausgezogene feine Spitze hervor.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIV.)

Fig. 1. Flächenansicht des vorderen Linsenepithels eines erwachsenen Meerschweinchens. In einer jeden Zelle im Protoplasma neben dem Kern je ein stabförmiges Krystalloid. Eisenhämatoxylinfärbung. Zeiss' Apochromat 8·0 mm, Apert. 0·65, Compensations-Ocular Nr. 12.

Fig. 2. Desgleichen. Zeiss' Apochromat homogene Immersion 2·0 mm, Apert. 1·40, Compensations-Ocular Nr. 12. In einigen Zellen sind die Stäbe schräg zu der Zelloberfläche gestellt und daher in der Verkürzung gezeichnet, so dass ihr eines Ende undeutlicher werdend allmählich verschwindet.

Fig. 3. Senkrecht zur Oberfläche ausgeführter Schnitt durch die Linsenkapsel (*LK*) und das daran sitzende vordere Linsenepithel (*E*). An dem einen Ende des Stückes, von welchem die Schnitte angefertigt waren, hat sich während der Fixirung das Epithel eine Strecke weit von der Linsenkapsel abgelöst. In jeder Zelle ein stabförmiges Krystalloid. In einigen Zellen erscheint es im optischen Querschnitt als dunkler Punkt. Eisenhämatoxylinfärbung. Zeiss' Apochromat 8·0 mm, Apert. 0·65, Compensations-Ocular Nr. 12.

Fig. 4. Wie Fig. 3. Zeiss' Apochromat homogene Immersion 2 mm, Apert. 1·40, Compensations-Ocular Nr. 12. In der 4. Zelle von oben erscheint das stabförmige Krystalloid im optischen Querschnitt als dunkler Punkt; in der 1., 2., 5. und 7. Zelle ist es in der Zelle schräg gestellt und daher in der Verkürzung gezeichnet.

Fig. 5, *a—v*. Verschiedene Grössen und Formen der stab- und fadenförmigen Krystalloide aus mehreren Präparaten von verschiedenen Thieren. In *v* zwei sich kreuzende, ungleich dicke Stäbe aus einer Zelle. Alles Uebrige siehe im Text. Vergrösserung wie in Figg. 2 und 4.

Eintreten der hinteren Cardinalvenen für die fehlende Vena cava inferior beim erwachsenen Menschen.

Von

Dr. med. S. **Kaestner**
in Leipzig.

(Hierzu Taf. XV.)

Abnormitäten im Gebiete der Vena cava inferior gehören nicht zu den Seltenheiten, das beweist schon die reiche und rasch anwachsende Litteratur, die doch nur einen Theil der wirklich beobachteten Fälle umfasst. Zusammenstellungen bekannt gewordener Fälle verdanken wir aus älterer Zeit vorzugsweise W. Krause in Henle's Handbuch der Anatomie (1876), und aus neuerer Zeit (bis zum Jahre 1894) besonders Pangratz (17) und Kollmann (14), die beide selbst beobachtete Fälle hinzufügen. Neue Beiträge haben seitdem geliefert, soweit ich die Litteratur übersehen kann, Zander und Stieda, Hochstetter, Zumstein, Froriep, Fawcett, Parsons, Waring, Grimsdale, Batujew, Tichomiroff, Farmer, Hahn, Berens.

Dass es sich bei diesen Abnormitäten um bestehen gebliebene Embryonalzustände, meist mit consecutiven Abweichungen, handelt, ist den Anatomen seit den Untersuchungen Rathke's bekannt gewesen, doch herrschte über die embryonalen Verhältnisse selbst lange Unklarheit, die sogar in der Mitte der achtziger Jahre noch in den Arbeiten von Walter (20) und Nicolai (16) sich geltend macht. Erst die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von Hochstetter (9, 10) und Zumstein (24) haben uns nicht nur die Entstehung, sondern auch die Abnormitäten der Vena cava inferior richtig verstehen gelehrt.

So sind wir jetzt im Stande, so gut wie alle Abweichungen im Bereiche derjenigen Venen, die sich in der unteren Hohlvene vereinigen oder vereinigen sollten, dadurch zu erklären, dass vom System der hinteren Cardinalvenen sich mehr erhalten hat, als der Norm entspricht.

Nach der Darstellung von Hochstetter (9, 10), die Zumstein (24) im Ganzen bestätigt hat, und die nur Kerschner (13) bekämpft, bildet sich die Vena cava inferior aus einem Verbindungsgefäss zwischen dem Stamme der vereinigten Lebervenen und den hinteren Cardinalvenen,[1] die es hinter der Art. mesenterica superior erreicht. Diese unsymmetrisch rechts gelegene Anastomose, von Froriep als prärenaler Abschnitt der Vena cava inferior bezeichnet, übernimmt sehr bald die Rückleitung des Blutes der hinteren Körperhälfte zum Herzen. Dadurch wird der Theil des Cardinalvenensystems, der kopfwärts von der Anastomose liegt, als Hauptblutbahn ausser Thätigkeit gesetzt und erhält sich nur in reducirter Form, schliesslich als Vena azygos und hemiazygos. Caudal von der Anastomose erhält sich die rechte Cardinalvene als Hauptblutbahn (postrenaler Abschnitt der Vena cava inferior nach Froriep), die linke Cardinalvene aber verliert auch den Rest ihrer Selbstständigkeit dadurch, dass sie in der Höhe der Aortentheilung mit der rechten sich durch einen Verbindungsast vereinigt (Bildung der Vena iliaca sinistra).

Soweit die normalen Verhältnisse. Abnormer Weise kann entweder die Bildung der Vena cava, d. h. jener Anastomose zwischen Lebervene und Cardinalvenen unterbleiben und das ganze Cardinalvenensystem in beliebig modificirter Form persistiren. Das ist die bei weitem seltenere Form, zu der die vorliegende Abhandlung einen Beitrag liefern soll. Oder es bildet sich zwar die Vena cava in der gewöhnlichen Weise, die die Rolle der Cardinalvenen reducirt, es bleibt aber neben dem zum postrenalen Abschnitt der Vena cava werdenden Theile der rechten Cardinalvene eine selbstständige linke Cardinalvene bestehen, und zwar entweder (das ist das Gewöhnliche) nur ihr caudaler Theil, bis zur Nierenvene, oder ausnahmsweise auch über diese heraus bis in die Brusthöhle, wie im Falle von Fawcett und wahrscheinlich auch dem von Berens.

Die Abnormitäten bei vorhandener Vena cava inferior machen die grosse Mehrheit aller beschriebenen Fälle aus und treten in den verschiedenartigsten Modificationen auf, die hier eingehender zu besprechen nicht der Platz ist. Sind beide Cardinalvenen ungefähr gleich stark, so werden sie, der früheren Auffassung gemäss, gern als „doppelte Vena cava inferior“ beschrieben. Dass es sich dabei jedoch nicht darum, sondern um Persistenz der Cardinalvenen handelt, hat im Anschluss an Hochstetter besonders Kollmann (14) klargestellt. Fälle dieser Art, die nach Keith (12) auch bei Hylobates und hier häufig vorkommen, sind beim Menschen in grösserer Anzahl bekannt. Weniger bekannt dagegen, wohl weil sie weniger Beachtung finden, sind solche, wo die linke Cardinalvene zwar persistirt, aber nur

[1] Hintere Cardinalvenen im Gegensatz zu den vorderen, den Venae jugulares.

schwaches Caliber aufweist und neben der Vena cava verschwindet. Ich finde sie nur bei Krause (15, S. 406) berücksichtigt.[1] Da ich eine solche ungewöhnliche Vene am Menschen erst kürzlich beobachtet habe, will ich den Fall kurz beschreiben: Das Verhalten der Vena cava inferior und ihrer Aeste war sonst normal, es fand sich jedoch ein etwa 3 mm starkes Verbindungsstämmchen zwischen linker Nierenvene und linker Vena iliaca. Dieses Stämmchen entsprang vom lateralen Rande der linken Vena iliaca an der Stelle, wo sie mit der rechten zusammenfloss, und zog ventral vom medialen Rande des linken Psoasmuskels auf die linke Nierenvene zu, um in diese medial von der Vena spermatica int. und der Vena suprarenalis einzumünden. Auf seinem Wege nahm das Verbindungsstämmchen vier Lumbalvenen der linken Seite auf, und unmittelbar vor seiner Einmündung in die Nierenvene gab es kopfwärts einen Ast ab, der das Caliber des Stämmchens beibehielt und bei seiner Verfolgung durch das Zwerchfell als die Vena hemiazygos sich erwies. Die beschriebene Anastomose zwischen Vena iliaca und Nierenvene war wohl nichts Anderes als eine persistirende linke Cardinalvene von bescheidenem Caliber. Am selben Präparat fand sich nach Abtragung des M. psoas major keine linke Vena lumbalis ascendens, doch waren die Venen nicht injicirt worden, so dass sich nicht mit Bestimmtheit sagen lässt, ob sie wirklich gefehlt hat. Es sei hier nachdrücklich auf solche Fälle von persistirender schwacher linker Cardinalvene hingewiesen und gleichzeitig die Hoffnung ausgesprochen, dass künftige Beobachter von persistirenden Cardinalvenen auch die Venae lumbales ascendentes und sonstigen zur Vena azygos und hemiazygos führenden Anastomosen berücksichtigen werden, über welche man in den bisherigen Publicationen Näheres meist vermisst. Denn die Herkunft und Bedeutung gerade dieser Venen ist noch nicht völlig klargestellt, wenn auch die Autoren mit Hochstetter darin übereinzustimmen scheinen, dass die Venae lumbales ascendentes keine Abkömmlinge der Cardinalvenen, sondern secundäre Bildungen sind. Dies geht schon daraus hervor, dass die Venae lumbales ascendentes dorsal, persistirende Cardinalvenen aber ventral vom M. psoas liegen. Dass beide Venensysteme genetisch nicht unmittelbar verwandt sind, geht auch schon daraus hervor, dass auf der rechten Seite so gut wie auf der linken eine Vena lumbalis ascendens sich findet, während doch hier die Cardinalvene unter allen Umständen als postrenaler Abschnitt der Vena cava inf. persistirt. Würde die Vena lumbalis ascendens direct aus der Cardinalvene hervorgehen, so dürfte sie normaler Weise rechts nicht vorhanden sein.

---

[1] „Die Erweiterung“ (erg. der linken Vena cardinalis zwischen der Nierenvene und der Vena anonyma iliaca sinistra) „ist weniger beträchtlich; der untere Theil der Vena hemiazygos ist durch eine accessorische Vene repräsentirt.“

Neben den mannigfaltigen, unrechtmässiger Weise als „doppelte Vena cava inf.“ bezeichneten Fällen kommt eine besondere Form von Persistenz der linken Cardinalvene vor, auf welche Froriep hingewiesen hat. Es sind das diejenigen Abnormitäten, wo die linke Nierenvene (besser die Summe von Venenabschnitten verschiedener Herkunft, die schliesslich die Nierenvene darstellen) dorsal zur Aorta verläuft.

Eine statt rechts links gelegene, aber nachdem sie die Aorta ventral gekreuzt, wie sonst durch das normal gelagerte Foramen venae cavae ziehende Vena cava inf., wie sie wiederholt, neuerdings von Grimsdale (6) und Waring (19) beschrieben und auch kürzlich erst auf dem Leipziger Präparirsaale beobachtet worden ist, erklärt sich aus einer Rollenvertauschung zwischen rechter und linker Cardinalvene. Auch bei Situs inversus liegt die Vena cava inf. natürlich links, dann befindet sich aber auch das Foramen venae cavae auf der linken Seite.

Eine seltene Abnormität hat Pangratz beschrieben, die überhaupt nur fünf Mal veröffentlicht worden ist, nämlich getrennte Einmündungen der Vena cava inf. und der vereinigten Lebervene in den rechten Vorhof, bei Pangratz übrigens noch complicirt durch eine doppelte Vena cava superior.

Soweit die Abnormitäten bei vorhandener Vena cava. Ich komme jetzt zum eigentlichen Gegenstande dieser Abhandlung und beschreibe im Folgenden einen Fall, bei dem die Bildung der unteren Hohlvene ausgeblieben ist. Es handelte sich um die Leiche eines erwachsenen Mannes, die im Winter 1895/96 auf dem Leipziger Präparirsaale unter meiner Leitung bearbeitet wurde. Dass eine Abnormität vorlag, wurde erst festgestellt, nachdem die Eingeweide entfernt waren; über die Verhältnisse der Pfortader und der Vena Aranzii liess sich nachträglich nichts feststellen. Das in Taf. XV und der Textfigur von Hrn. Unger gezeichnete Präparat ist angefertigt worden von Hrn. stud., jetzt Dr. med. Hans Butter.

Taf. XV zeigt nun Folgendes: Die beiden Venae iliacae nehmen an der normalen Stelle die Hypogastricae auf. Die linke Hypogastrica zeigt dabei die gewöhnliche Weite, dagegen fällt die rechte bei einem Durchmesser von nur 5 ^{mm} durch ihre abnorme Engigkeit auf. Das Lageverhältniss der Venae iliacae und hypogastricae zu den entsprechenden Arterien ist das gewöhnliche, an der Stelle jedoch, wo die Aorta in die beiden Arteriae iliacae sich theilt, beginnen am Venensystem die Abnormitäten. Zunächst vereinigen sich die beiden Venae iliacae nicht neben der Theilungsstelle der Aorta, sie setzen sich vielmehr paarig kopfwärts fort, um erst in der Höhe des dritten Lendenwirbels zusammenzufliessen, nachdem die linke entsprechend der Grenze zwischen viertem und fünftem Lendenwirbel eine Vena sacralis media und die rechte kurz vor der Vereinigung mit der linken die Vena renalis ihrer Seite aufgenommen hat. Rechts ist keine

Vena sacralis media vorhanden, und die linke ist auffallend weit, ihr Durchmesser beträgt 15 mm. Vielleicht ist die Vene vicariirend für die abnorm enge rechte Vena hypogastrica eingetreten.

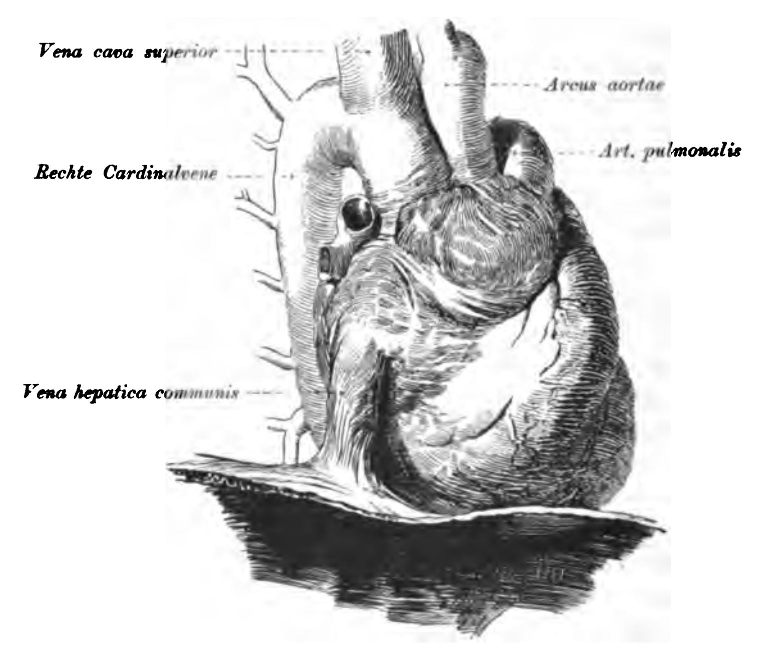
Der Zusammenfluss der beiden Venae iliacae erfolgt in der Weise, dass die linke ihre ursprüngliche Richtung beibehält, während die rechte, nachdem sie die Vena renalis dextra aufgenommen, sich dorsal zur Aorta nach links hinüber wendet. Die Vene, welche durch Vereinigung der beiden Iliacae entsteht, läuft zunächst in der Richtung der linken Vena iliaca fort. Anders ausgedrückt: die Fortsetzung der linken Vena iliaca ist es, welche die Rolle der nicht vorhandenen Cava inferior übernimmt, während die Fortsetzung der rechten Vena iliaca in der Höhe des dritten Lendenwirbels ihre Selbstständigkeit aufgiebt und in die linke einmündet.

Nachdem sie unpaar geworden, nimmt unsere abnorme Körpervene die linke Vena renalis auf und verläuft links von der Aorta, mit ihrem rechten Rande deren linken dorsal bedeckend. Mit der Aorta, und immer an deren linker Seite, tritt sie durch den Aortenschlitz des Zwerchfells, um dann in der Höhe des elften und zehnten Brustwirbels vollkommen dorsal von der Aorta zu liegen. Vom neunten Brustwirbel an erscheint sie an der rechten Seite der Aorta, steigt neben ihr kopfwärts auf und mündet schliesslich in der Höhe des dritten Brustwirbels, genau wie eine Vena azygos um den rechten Bronchus sich herumschlingend, in die Vena cava superior (s. Textfigur), die bei ihrem Eintritt in den rechten Vorhof einen Durchmesser von 5 cm aufweist.

Von den Aesten der Vene ist hervorzuheben, dass beide Nierenvenen dorsal von den Nierenarterien liegen, deren rechts eine, links zwei vorhanden sind. Die Vena suprarenalis und spermatica interna münden rechts wie links in die entsprechende Nierenvene ein. Beide Ureteren liegen ventral von den Venae iliacae. Die Hauptvene nimmt sämmtliche Lumbal- und Intercostalvenen beider Seiten auf, worüber im Einzelnen Folgendes zu sagen ist: Rechts vereinigen sich die Venen aus den ersten fünf Intercostalräumen zu einem gemeinsamen Stamme, ebenso die drei aus dem neunten, zehnten und elften, die dazwischen liegenden Venen münden selbstständig. Am rechten Rande des zehnten Brustwirbelkörpers fällt am Präparate (weniger an der Zeichnung) eine Exostose auf. Die rechten Intercostalvenen von der neunten an caudalwärts sind durch zwei Längsanastomosen mit einander verbunden, von denen die eine, medial gelegene, bis zur ersten Lumbalvene sich verfolgen lässt. Die einzelnen rechten Lumbalvenen münden selbstständig in das System der Hauptvene ein, und zwar die erste und zweite in den schon unpaaren Stamm, die dritte und vierte in die Fortsetzung der rechten Vena iliaca, da, wo sie nach Aufnahme der rechten Nierenvene nach links hinüber zieht, um sich mit der

Fortsetzung der linken Iliaca zu vereinigen. Die fünfte rechte Lumbalvene mündet caudal von der Nierenvene in die Vena iliaca dextra.

Es bleibt das Verhalten der Intercostal- und Lumbalvenen auf der linken Seite zu besprechen. Hier mündet die Vena intercostalis suprema in die Anonyma, während die Venen des dritten bis achten Intercostalraumes zu einem gemeinsamen Gefäss sich vereinigen, bevor sie in die Hauptvene sich ergiessen. Alle übrigen Intercostalvenen und die drei ersten Lumbalvenen münden selbstständig in die Hauptvene ein, die beiden letzten Lumbalvenen in die linke Vena iliaca bezw. deren Fortsetzung.



Herz von der rechten Seite.

Eine Vena cava inferior ist nicht vorhanden, und durch das Foramen venae cavae des Zwerchfells zieht ein Gefäss zum rechten Vorhof, welches nur aus den vereinigten Lebervenen besteht und kaum weiter ist, als eine Vena iliaca desselben Präparates. Man kann das Gefäss, wenn man die Entwickelungsgeschichte nicht berücksichtigt, als Vena cava inferior bezeichnen; will man es richtig benennen, so kann man ihm nur den Namen Vena hepatica communis geben.

Denn wir haben es mit einer Hemmungsbildung zu thun, einem Fall von Persistenz des Cardinalvenensystems, wobei jeder Ansatz zu Bildung einer Vena cava inferior aus unbekannten Gründen unterblieben ist. Folgen

wir an unserem Präparate dem Wege des Venenblutes von der Becken- und Bauchhöhle zur Brusthöhle und zum Herzen, so ist es hier die linke Cardinalvene, welche beim erwachsenen Individuum die Hauptvenenbahn bildet. Die rechte Cardinalvene ist Anfangs ebenfalls vorhanden, am dritten Lendenwirbel geht sie jedoch zunächst in der linken auf. Diese zieht durch den Aortenschlitz bis zum neunten Brustwirbel hinauf, dann giebt sie ihre Selbstständigkeit auf, und es ist von hier an das vordere Ende der rechten Cardinalvene, welche das Venenblut weiterführt und in die obere Hohlvene entleert. Von der rechten Cardinalvene hat sich demnach das Stück zwischen dem dritten Lendenwirbel und dem neunten Brustwirbel zurückgebildet. Einen Rest davon könnte man vielleicht (doch lege ich hierauf keinen Werth) in der medialen Längsanastomose zwischen den letzten Intercostalvenen suchen. Vom vorderen Ende der linken Cardinalvene ist ein Rest vorhanden in dem System, zu welchem sich die vordersten acht Intercostalvenen vereinigen. Da eine Vena cava inf. nicht zur Entwickelung gelangt ist, mussten die Nierenvenen sich ebenfalls dem Cardinalvenensystem anschliessen, und das hatte wiederum den nicht der Norm entsprechenden Verlauf der Venae suprarenales und spermaticae internae zur Folge. Dagegen hat die Durchwanderung der Ureteren durch das Cardinalvenensystem in der von Hochstetter beschriebenen Form stattgefunden, da die Ureteren ventral von den Wurzeln der Hauptvene liegen.

Unterblieben ist die normaler Weise sich ausbildende und zur (secundären) Vena iliaca sinistra werdende Anastomose zwischen linker und rechter Cardinalvene in der Höhe der Aortentheilung.

Wollte man wiederum die Entwickelungsgeschichte ausser Acht lassen, so könnte man sagen, es sei in unserem Falle die fehlende Vena cava inf. ersetzt worden bis zum neunten Brustwirbel durch die Vena hemiazygos und von da an durch die Azygos, eine Interpretation, die jedoch schon Kollmann mit Recht verwirft.

Fälle von Mangel der Vena cava inferior hat Kollmann (14) im Ganzen 16 in der Litteratur gefunden. Speciell an den unsrigen schliessen sich an die drei, welche Krause (15, S. 405) anführt (IV. Die Vena cava inferior fehlt. C. Der untere Theil der linken und der obere Theil der rechten Vena cardinalis sind erweitert), und eine weitgehende Aehnlichkeit mit ihm zeigt der von Kollmann selbst beschriebene und abgebildete (14, S. 105), der dritte seiner Publication. Es genügt, wenn man die Abbildungen vergleicht. Das Kollmann'sche Präparat unterscheidet sich von unserem in der Hauptsache nur dadurch, dass bei ihm die Einmündung der rechten Cardinalvene in die linke eine viel breitere ist. Sie geschieht durch drei Aeste und reicht in Folge dessen bedeutend weiter kopfwärts. Ferner verhalten sich bei Kollmann die Nierenvenen anders als bei uns.

Seit der Zusammenstellung von Kollmann hat noch Hochstetter zwei Fälle von fehlender Vena cava inferior veröffentlicht (10, S. 631—634). Der eine davon entspricht ebenfalls dem unsrigen, da auch dort die Hauptvenenbahn bis zum zehnten Brustwirbel von der linken, von da an kopfwärts von der rechten Cardinalvene übernommen worden ist. Bei dem anderen Hochstetter'schen Falle wird die Vena cava durch die ganze Länge der rechten Cardinalvene vertreten, während die linke wie eine etwas erweiterte Hemiazygos sich verhält.

Um noch einmal zu unserem Präparate zurückzukehren, so waren weitere Abnormitäten an der Leiche nicht zu beobachten. Erwähnt werden muss jedoch, dass an beiden Unterschenkeln starke Varicen vorhanden waren, die man wohl berechtigt ist, mit dem ungewöhnlichen Verhalten des Venensystems in Beziehung zu bringen. Denn der weite Weg, welchen das Venenblut der unteren Körperhälfte zurückzulegen hatte, um durch die Vena cava superior zum Herzen zu gelangen, und die Compression der Hauptvene durch die Aorta bei ihrem Durchtritt durch das Zwerchfell müssen zu venösen Stauungen geführt haben.

Nachträglich habe ich zu der S. 274 erwähnten Froriep'schen Varietät zu bemerken, dass auch bei normal entwickelter linker Nierenvene Anastomosen zwischen dieser und der Vena cava inf. vorkommen, die dorsal von der Aorta mehr oder weniger schräg caudal verlaufen und eine Anzahl von Lumbalvenen aufnehmen. Auf dem Leipziger Präparirsaale sind ganz kürzlich zwei derartige Fälle zur Beobachtung gelangt.

Litteraturverzeichniss.

Die mit * bezeichneten Arbeiten enthalten Litteraturnachweise über Abnormitäten im Bereiche der Vena cava inferior, die mit † bezeichneten besprechen ausserdem Fälle von Persistenz der Cardinalvenen bei fehlender Vena cava inferior.

1. Batujew, Abnormität der linken Nierenvene und in Verbindung mit dieser ein restirender Theil der linken Cardinalvene. *Wratsch.* St. Petersburg 1897.

2. Berens, Ueber eine noch nicht beschriebene Abnormität im Gebiete der Vena cava inferior. *Inaug.-Diss.* Leipzig 1898.

3. Farmer, Double inferior vena cava. *Journal of Anatomy.* Vol. XXXI.

4. Fawcett, A persistent cardinal vein (left) with remarks on the neighbouring veins. *Journal of Anatomy.* Vol. XXXII. *Proc. of the Anat. Soc.* S. XLII.

5. Froriep, Ueber eine verhältnissmässig häufige Varietät im Bereich der unteren Hohlvene. *Anatomischer Anzeiger.* 1895. Bd. X.

6. Grimsdale, Specimen of left inferior vena cava without transposition of viscera. *Journal of Anatomy.* Vol. XXVIII. *Proc. of the Anat. Soc.* S. V.

7. Gosset, Contribution à l'étude du développement de la veine cave inférieure et des veines rénales. *Bull. de la Soc. Anat. de Paris.* Année LXXIII. Sér. 5. 12.

8. Hahn, Ueber Duplicität im Gebiet der oberen und unteren Hohlvene. *Inaug.-Diss.* München 1896.

9. Hochstetter, Ueber die Bildung der hinteren Hohlvene bei den Säugethieren. *Anatomischer Anzeiger.* 1887.

†*10. Derselbe, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Venensystems der Amnioten. III. Säuger. *Morphologische Jahrbücher.* Bd. XX.

11. Derselbe, Entwickelung des Venensystems der Wirbelthiere. *Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1873. Bd. III.

Weitere Arbeiten von Hochstetter: *Morpholog. Jahrbuch.* Bd. XIII u. XIX und *Anatomische Hefte.* Bd. VIII u. X.

12. Keith, The frequent occurrence of a divided inferior vena cava in the genus hylobates. *Journal of Anatomy.* Vol. XXX. *Proc. of the Anat. Soc.* S. II.

13. Kerschner, Zur Morphologie der Vena cava inferior, und: Nochmals zur Morphologie der Vena cava inferior. *Anatomischer Anzeiger.* 1888. Bd. III. — Im selben Bande Erwiderung Hochstetter's.

†*14. Kollmann, Abnormitäten im Bereich der Vena cava inferior. *Anatomischer Anzeiger.* 1893. Bd. VIII.

†*15. Krause, Varietäten der Körpervenen. Henle's *Handbuch der systematischen Anatomie.* Bd. III. 1.

*16. Nicolai, Zwei Fälle von partieller Verdoppelung der Vena cava inferior. *Inaug.-Diss.* Kiel 1886.

*17. Pangratz, Ueber die sogenannte Verdoppelung der oberen und unteren Hohlvene. *Inaug.-Diss.* Königsberg 1894.

18. Parsons, *Journal of Anatomy.* Vol. XXX. *Proc. of the Anat. Soc.* S. IV.

19. Waring, Left vena cava inferior. *Journal of Anatomy.* Vol. XXVIII.

*20. Walter, Ueber die partielle Verdoppelung der Vena cava inferior. *Inaug.-Diss.* Erlangen. Stuttgart 1884.

21. Tichomiroff, Verdoppelung der unteren Hohlvene bei dem Menschen. Referirt in: *Internat. Monatsschrift für Anat. und Physiol.* 1898. Vol. XV. p. 143.

*22. Zander, Ueber Verdoppelung der unteren Hohlvene. *Verein für wissensch. Heilkunde zu Königsberg i. P.* Sitzung vom 21. März 1892.

23. Zander und Stieda, Persistenz des Urnierentheiles der linken Cardinalvene beim erwachsenen Menschen. *Anatomische Hefte.* Bd. II.

*24. Zumstein, Zur Anatomie und Entwickelung des Venensystems des Menschen. *Anatomische Hefte.* Bd. VI.

25. Derselbe, Ueber die Entwickelung der Vena cava inferior bei dem Maulwurf und beim Kaninchen. *Ebenda.* Bd. X.

Ueber die Lymphgefässe der äusseren männlichen Genitalien und die Zuflüsse der Leistendrüsen.

Von

Dr. C. **Bruhns,**
wissenschaftlichem Assistenten der Syphilisklinik der Kgl. Charité zu Berlin.

(Aus der anatomischen Anstalt zu Berlin.)

(Hierzu Taf. XVI u. XVII.)

Seitdem Gerota vor etwa 4 Jahren die Methode der Lymphgefässinjection mit Farbenmischungen wieder anregte, ist dieses Verfahren ausser von dem Autor selbst von mehreren anderen Untersuchern zur Darstellung verschiedener Lymphgebiete angewendet worden. Ich nenne hier neben Gerota[1] die Veröffentlichungen von Küttner,[2] Stahr,[3] Peyser,[4] Most,[5] Walker[6] und Ollendorf.[7] Ich selbst hatte ausser für die vor-

[1] Zur Technik der Lymphgefässinjection. *Anatom. Anzeiger.* 1896. Bd. XII. S. 216.

[2] Ueber die Lymphgefässe der Zunge. *Beiträge zur klin. Chirurgie.* Bd. XXI. S. 732.

[3] Die Zahl und Lage der submaxillaren und submentalen Lymphdrüsen vom topographischen und allgemein anatomischen Standpunkt. *Dies Archiv.* 1898. Anat. Abthlg. S. 444. — Ueber den Lymphapparat des äusseren Ohres. I. Allgemeine Feststellungen. *Anatomischer Anzeiger.* 1899. Bd. XV. S. 381 ff.

[4] Anatomische und klinische Untersuchungen über den Lymphapparat des Uterus. *Zeitschrift für Geburtshülfe und Gynäkologie.* Bd. XXXIX.

[5] Ueber die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Hodens. *Dies Archiv.* 1899. Anat. Abthlg. S. 113. — Ueber die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Kehlkopfes. *Anatomischer Anzeiger.* 1899. Bd. XII. S. 387.

[6] Ueber die Lymphgefässe der Prostata beim Hunde. *Dies Archiv.* 1899. Anat. Abthlg. S. 1.

[7] Ueber den Zusammenhang der Schwellungen der regionären Lymphdrüsen mit den Erkrankungen der Zähne. *Zeitschrift für Zahnheilkunde.* 1898.

liegende Arbeit bei Untersuchungen über die Lymphbahnen der weiblichen Genitalien[1] Gelegenheit, die Gerota'sche Methode zu prüfen. Wie die anderen Untersucher, habe auch ich die Vorzüge dieser Farbeninjectionen vor dem Arbeiten mit Quecksilber durchaus bestätigen können. Nächst der Eigenschaft der viel feineren Vertheilung der Farbenmischung gegenüber der des Quecksilbers, wodurch ein wesentlich dichteres Lymphgefässnetz zur Anschauung kommt, ist der rein technische Vorzug wohl mit am höchsten unter den von Gerota angeführten anzuschlagen, dass es für das Präparat nichts schadet, wenn man einen der zahlreichen und ausserordentlich feinen Lymphstämme durchschneidet, während bei Quecksilberinjection das ganze Präparat in Folge Auslaufens des Metalles durch Verletzung eines Gefässes gefährdet ist. Dass die Farbflüssigkeiten die Lymphdrüsen sehr leicht durchdringen, davon konnte ich mich auch diesmal wieder oft überzeugen. Durch Injection eines Theiles der äusseren Genitalien wurden oft nicht nur die Lymphwege bis in die Leistendrüsen hinein gefüllt, sondern die Farbe drang durch die letzteren hindurch in die in das Innere der Bauchhöhle verlaufenden Bahnen, manchmal bis zu den Lumbaldrüsen hinauf.

Schon wegen der Verschiedenheiten, die sich durch die farbige Injection herausstellen, aber auch, weil die Kenntniss der Lymphbahnen der männlichen Genitalien eine keineswegs vollkommene ist und vielerlei Widersprüche über dieses Gefässgebiet bei den einzelnen Autoren herrschen, ging ich daran, diesen Lymphgefässbezirk mit der Gerota'schen Methode zu untersuchen. Nach Cruikshank und Mascagni (1789) ist ausser den schönen, durch Quecksilberinjectionen gewonnenen Darstellungen Sappey's[2] in der neueren Zeit nur von Horovitz und Zeissl ein „Beitrag zur Anatomie der Lymphgefässe der männlichen Geschlechtsorgane"[3] mitgetheilt worden, der erhebliche Abweichungen von der Sappey'schen Darstellung bringt, im Uebrigen liegt keine zusammenhängende Untersuchung über die Lymphbahnen der männlichen Geschlechtsorgane vor.[4] In der That sah ich bei meinen farbigen Injectionen auch nicht wenige Abweichungen von den Sappey'schen Befunden, und glaube, noch verschiedene Ergänzungen dazu hinzufügen zu können. Worin diese Differenzen oder Zusätze bestehen, werde ich bei der Besprechung der einzelnen Lymphgebiete anführen.

[1] Ueber die Lymphgefässe der weiblichen Genitalien nebst einigen Bemerkungen über die Topographie der Leistendrüsen. *Dies Archiv*. 1898. Anat. Abthlg. S. 57.

[2] *Description et iconographie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertèbres*. Paris 1885.

[3] *Wiener medicinische Presse*. 1897. Nr. 24 u. 25.

[4] Ueber die in allerneuester Zeit erschienene Publication Küttner's „Ueber das Peniscarcinom und seine Verbreitung auf dem Lymphwege" s. am Schluss dieser Arbeit.

Das Leichenmaterial zu der vorliegenden Arbeit erhielt ich wiederum durch Hrn. Geheimrath Waldeyer, welchem ich dafür wie auch besonders für seine freundliche Anregung bei dieser Arbeit auch hier meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte. Ebenfalls zu grossem Danke verpflichtet bin ich Hrn. Geheimrath Virchow und Hrn. Geheimrath Gusserow, durch deren Vermittelung das für mich nöthige Kindermaterial an die königl. Anatomie geliefert wurde.

Es erübrigt sich, nach Gerota's und den anderen einschlägigen Arbeiten über die Technik des Verfahrens jetzt noch viel auszuführen. Ich benutzte wieder die Gerota'sche Spritze mit eingedrehter, fein ausgezogener Glascanüle, deren Spitze ganz flach unter die Oberhaut eingestochen wurde. Zu den in meiner früheren Arbeit gemachten technischen Bemerkungen möchte ich nur hinzufügen, dass die Injectionen an den bis jetzt von mir bearbeiteten Gebieten sehr verschieden leicht gelangen. Während es nämlich am Scrotum, auch am Präputium und der Penishaut nicht schwer ist, bei vorsichtigem Einspritzen die ideale Injection, wie sie sein soll, zu erhalten, d. h. die Einspritzung so auszuführen, dass man mit blossem Auge sofort das Einschiessen der Farbe in das Lymphcapillarnetz erkennen kann, ohne dass nennenswerthe Extravasate entstehen, waren die letzteren beim Einspritzen in die Haut des Bauches und der Oberschenkel, sowie auch bei der Darstellung der tiefen Lymphgefässe des Penis nur schwer zu vermeiden, hier liegen die Lymphcapillaren wegen des festen Gewebes nicht so offen für die eindringende Flüssigkeit, wie in dem lockeren Gewebe der Haut des Hodensackes. Von den Extravasaten sieht man dann auch an den erwähnten Stellen die grösseren Lymphstämme nach den Drüsen verlaufen, neben dem Eindringen der Farbe zwischen die Fasern der Haut und des Unterhautzellgewebes haben sich auch die Lymphcapillaren gefüllt, aber man erhält — wie es z. B. auch Stahr in seiner citirten Publication constatiren konnte — bei dieser groben Injectionsweise viel häufiger gänzliche Misserfolge, wie bei der feinen Art zu arbeiten, wie sie eben am Scrotum so schön gelingt.

Im Ganzen waren es 56 Leichen männlichen Geschlechtes, bei denen die Injectionen ein gutes und verwerthbares Bild gaben. Meist handelte es sich um die Cadaver neugeborener Kinder, einige Male um Erwachsene im mittleren Lebensalter. Wenn auch in der Regel die Präparate am besten gelangen, wenn die — nicht zu fettreichen — Kinderleichen etwa 3 bis 6 Tage alt waren, so erhielt ich doch auch noch sehr brauchbare Präparate von Kinderleichen, die Wochen lang conservirt waren, nachdem sie möglichst bald nach dem Tode mit der bekannten Arsenglycerinmischung (Acid. arsenicos. 40, Glycerin 100 — unter Erhitzen allmählich zugesetzt — und Wasser 1000) von der Carotis aus injicirt waren (etwa 400 ^{grm} Flüssigkeit

für eine mittelgrosse Kinderleiche) und dann in der ebenfalls oft angewendeten Lösung von Salpeter 10, Carbolsäure 20, Borsäure 40, Kochsalz 50, Wasser 1000 aufgehoben wurden.

Ich gehe nun zunächst dazu über, die

Zuflüsse der Leistendrüsen

kurz zu schildern, so weit sie nicht aus Fig. 1 auf Taf. XVI ohne weiteres deutlich erkennbar sind.

Betreffs Zahl und Anordnung der Leistendrüsen fand ich wieder das gleiche Verhalten, wie bei den Untersuchungen der Lymphbahnen der weiblichen Genitalien,[1] so dass mir auch jetzt wieder bei der grossen Variabilität die Sappey'sche Eintheilung der oberflächlichen Drüsen in fünf Gruppen noch am zutreffendsten erscheint, nämlich in eine obere in der Leistenfurche, eine untere an der Saphena, kurz unterhalb der Einmündungsstelle dieser Vene in die Vena femoralis, in eine innere innerhalb der Mündung der Vena saphena, eine äussere ausserhalb der Saphena, und endlich in eine mittlere Gruppe, die sich aber oft genug auf eine einzelne Drüse im Centrum der ersten vier Gruppen reducirt. Wenn ich bei meinen früheren Untersuchungen am constantesten die obere und innere Gruppe auffand, so muss ich jetzt sagen, dass ich ausser diesen zwei Gruppen auch die unteren, an der Saphena gelegenen Drüsen, die sog. Glandulae subinguinales, auch Schenkeldrüsen genannt, nie vermisste. Die Drüsen lagen bei den Kinderleichen oft sehr dicht zusammengeschoben, bei Erwachsenen findet man sie etwas weiter aus einander gerückt.

Zwischen den einzelnen Lymphdrüsen fand ich bald mehr, bald weniger Verbindungsäste von einer Drüse zur anderen ziehend. Ich konnte Horovitz' und Zeissl's Ergebnisse, die nur dort Verbindungsäste fanden, wo auch zwischen den zu den betreffenden Drüsen zuführenden Stämmen schon vor der Einmündung Anastomosen zu sehen waren, nicht bestätigen; eine gewisse Regel für das Vorhandensein der Verbindungsäste zwischen den einzelnen Drüsen habe ich nicht constatiren können.

Die Zuflüsse der einzelnen Drüsengruppen boten, wenn auch ab und zu kleinere, nicht sehr wesentliche Abweichungen vorkamen, doch ein ziemlich constant wiederkehrendes Bild. Die Lymphstämme verlaufen im Fettgewebe so, dass zwischen Lymphstamm und Fascie sich in der Regel eine Fettschicht findet, aber doch kommt nicht nur in der Nähe der Drüsen, sondern auch entfernt davon oft genug eine Ueberkreuzung der verschiedenen Stämme vor, so dass sie in verschiedener Schicht über einander im Fett verlaufen. Die obere Drüsengruppe — und zwar meist die nach innen

[1] A. a. O.

gelegenen Lymphknoten dieser Gruppe — nehmen nun die oberflächlichen Stämme von der vorderen Bauchwand auf,[1] die etwa in der Höhe des Nabels beginnen und in mannigfachen Verzweigungen senkrecht nach abwärts ziehen, dabei aber manchmal scharfe rechtwinklige Knickungen in ihrem Verlaufe zeigen können (s. linke Seite der Fig. 1, Taf. XVI). Diese Stämme, deren Injection nur schwer gelingt, sind zahlreich vorhanden, die parallel nach abwärts ziehende Richtung der Stämme bleibt ziemlich gewahrt, die Anastomosen zwischen den Stämmen sind nur spärlich. Von den Seitentheilen des Bauches her, ferner von den seitlichen Theilen des Rückens ziehen dann die Lymphstämme in schräger Richtung von oben aussen nach innen unten, oft parallel dem Darmbeinkamm; diese Gefässe werden aufgenommen von den äusseren Drüsen der oberen Gruppe, auch nach den äusseren, nicht mehr in der Höhe der oberen Gruppe gelegenen Drüsen sieht man Stämme verlaufen. Zu diesen letzteren gesellen sich dann die mehr oder weniger parallel verlaufenden von der äusseren Seite der Glutaeen her, und neben diesen wieder ziehen in convergirender Richtung die Bahnen von der äusseren Seite des Oberschenkels. Während letztere Stämme vorwiegend zwar in die äussere Gruppe der Drüsen münden, theilweise aber doch schon zu der unteren sich begeben, versorgen die Aeste von den Glutaeen her doch in der Regel nur die äussere Drüsengruppe. Einer dieser Stämme oder auch eine der Bahnen von der äusseren Seite des Oberschenkels kann direct zur mittleren Drüse zwischen den anderen Stämmen hindurch ziehen. Von der vorderen Seite des Oberschenkels sehen wir die von der Haut aus injicirten Aeste mit ziemlicher Regelmässigkeit in die untere Gruppe, die sog. Schenkeldrüsen, die Glandulae subinguinales superficiales (BNA), verlaufen, während von der inneren Seite des Oberschenkels und auch von der Umgebung des Anus und vom Damm her die Aeste theilweise in diese untere Gruppe, theilweise in die Drüsen der inneren sich ergiessen. Die Einmündung der von den äusseren Genitalien herkommenden Bahnen werde ich weiter unten besprechen.

Wenn auch, wie schon angedeutet, die Ueberkreuzungen der Stämme, die Einmündung von weiter unten gelegenen Bahnen in höhere Drüsen keineswegs zu den Ausnahmen gehört, so fällt dem Untersucher doch gewöhnlich die grosse Regelmässigkeit der Anordnung auf. Die einzelnen Stämme ziehen meist wie die Strahlen eines grossen Sternes zu ihren zunächst gelegenen Drüsen. Auch Anastomosen sind dabei verhältnissmässig nicht allzu häufig, ebenso Abzweigungen oder Theilungen, jedenfalls viel seltener

[1] Dieselben entsprechen den von Gerota (*Anatom. Anzeiger.* 1896. Bd. XII. S. 89) beschriebenen, mit der Art. epigastrica superficialis inferior verlaufenden Lymphgefässen.

als bei dem Verlauf von Blutgefässen, vielfach ziehen zwei oder mehr Lymphstämme eine lange Strecke annähernd parallel neben einander her. ohne eine Anastomose zu bilden.

Alle erwähnten Lymphstämme verliefen in meinen Präparaten zu den oberhalb der Oberschenkelfascie gelegenen Drüsen, von diesen Drüsen fand ich oft Verbindungsäste zu den tief gelegenen, insbesondere zu der unter dem Poupart'schen Bande auffindbaren Rosenmüller'schen Drüse. In der Regel ziehen jedenfalls von den besprochenen Hautgebieten keine Stämme direct zu den unter der Fascie localisirten wenigen Drüsen.

Von der oberen Gruppe der Inguinaldrüsen gehen drei oder mehr Verbindungsäste zu den Beckendrüsen, die ihrerseits wieder durch reichliche Verbindungsäste unter einander zusammenhängen, und man kann leicht durch Einspritzen z. B. von der inneren Fläche des Oberschenkels her oder etwa vom Scrotum aus eine Injection der Drüsen zu beiden Seiten der Arteria iliaca externa erhalten, ja manchmal dringt die Farbflüssigkeit vom Oberschenkel oder den äusseren Genitalien aus durch die Inguinaldrüsen hindurch bis zu den dicht unterhalb der Nierenarterien gelegenen Lumbaldrüsen.

Diese von mir gegebene Darstellung der Vertheilung der Zuflüsse von den verschiedenen Gebieten auf die einzelnen Drüsen weicht etwas ab von der Schilderung, wie sie Horovitz und Zeissl[1] geben. Diese Autoren führen aus, dass in den am meisten medial liegenden Lymphknoten in der Regel die Lymphgefässe des Penis münden, in den zweiten, mehr lateral und unten liegenden Knoten die Lymphstämme des Scrotums, während sich die Saugadern der Bauchhaut unter dem Nabel sowie der Aussenseite des Oberschenkels und Gesässes in die ganz lateral gelegene Drüse oder Drüsengruppe ergiessen sollen. Nach meinen Befunden empfangen die ganz medial gelegenen oberen Inguinaldrüsen, wie es übrigens auch Sappey darstellt, ihren Zufluss auch von der Bauchhaut unterhalb des Nabels, gleichzeitig, wie ich weiter unten ausführe, auch vom Penis und eventuell vom Scrotum her, während die lateralen Drüsen gewöhnlich nur zur Aufnahme der Lymphstämme von der Haut des Gesässes und der Aussenseite des Oberschenkels her dienen. Horovitz und Zeissl weisen darauf hin, dass aus der Veränderung eines Lymphknotens oder einer Lymphknotengruppe auch ein Rückschluss auf ein umgrenztes Gebiet der Erkrankungspforte gezogen werden könne, weil eben der Verlauf der Lymphgefässe und ihre Zugehörigkeit zu gewissen Lymphdrüsen ziemlich regelmässig sei. Wenn diese Rückschlüsse auch theilweise entschieden möglich sind, so findet man darin doch keinen sehr weitgehenden Anhalt, indem einerseits gewisse

[1] A. a. O.

Drüsen, wie die obere innere Gruppe der Leistendrüsen, Lymphgefässe sowohl von der Bauchhaut wie vom Penis und vom Scrotum aufnehmen, und weil andererseits doch zahlreiche Verbindungsäste zwischen äusseren und inneren, oberen und unteren Drüsen bestehen, und die entzündliche Schwellung der einen Drüse gerade so wie die eingespritzte Farbmasse sehr leicht von einem Lymphknoten auf den anderen übergehen kann.

Lymphstämme der äusseren männlichen Genitalien.

1. Lymphgefässe des Scrotums.

Dieselben sind ausserordentlich reichlich vorhanden. Die Lymphcapillaren bilden ein sehr engmaschiges, zartes Netzwerk, das seinen Ursprung besonders in der Raphe hat und von hier aus sich nach beiden Seiten hin ausbreitet. Aber auch von anderen Stellen des Scrotums aus gelingt es, das Netzwerk in schöner Weise zur Darstellung zu bringen (s. Taf. XVI, Fig. 1). Die Injection gelingt im Scrotum sehr leicht, und bei guter lymphatischer Anlage des betreffenden Körpers kann man durch einen einzigen Einstich von der Raphe aus ein über den grössten Theil des Hodensackes sich erstreckendes Netz zur Darstellung bringen. Aus diesem Capillarnetz sammeln sich nun eine Anzahl von Stämmen, etwa 6 bis 8 oder mehr auf jeder Seite (s. Taf. XVI, Fig. 2), von denen die oberen, aus der Gegend der Peniswurzel herstammenden, die Aeste der Dorsalseite des Penis begleiten, eventuell mit ihnen anastomosiren, und gewöhnlich zu den am weitesten nach innen gelegenen Drüsen der oberen Gruppe verlaufen. Die Stämme von dem mittleren und unteren Theil des Scrotums, auch von der hinteren Fläche her, pflegen dagegen zu der inneren oder auch, eventuell mit Ueberschreitung der Vena saphena magna, der unteren Gruppe (Glandulae subinguinales superficiales) der Drüsen sich zu begeben, nachdem sie ein Stück in der Furche zwischen Scrotum und Oberschenkel verlaufen waren, um dann in scharfem Winkel nach aussen umzubiegen. Die Trennung in die mittleren und lateralen Stämme des Scrotums, die Sappey[1] constatirt hat, liess sich aber bei meinen Präparaten keineswegs immer so streng durchführen. Oft genug gesellen sich die Lymphbahnen von den seitlichen Theilen des Scrotums in ganz allmählichem Uebergang zu den vom mittleren Theil herkommenden und gehen mit ihnen in die oberen Leistendrüsen. Nicht immer ziehen die Stämme auf dem kürzesten Wege zu ihren Drüsen, man kann beobachten, dass ein Gefäss mit einem tiefen, nach unten convexen Bogen nach einer Drüse der unteren Gruppe sich

[1] A. a. O.

hinbegiebt. Verbindungen der Scrotaläste nach oben mit denen des Penis und nach unten mit denen der Innenfläche des Oberschenkels und der Dammgegend sind oft zu constatiren.

2. Lymphgefässe des Penis.

Entsprechend den hoch und tief gelegenen Blutgefässen in der dicken Penishaut lassen sich auch hoch und tief gelegene Lymphgefässe unterscheiden. Die oberflächlichen verlaufen oberhalb der Fascie des Penis mit der Vena subcutanea penis, die tiefen unter der Fascie mit der Vena subfascialis.

A. Oberflächliche Lymphgefässe des Penis (s. Taf. XVI, Figg. 2 u. 3).

Die Injection, die nach Sappey mit Quecksilber schwer ausführbar ist, gelingt mit den Farbmassen meist leicht für die oberflächlichen Aeste, wenn auch nicht so leicht wie in der Haut des Scrotums, während sie dagegen für die tiefen Aeste recht schwierig ist. Die oberflächlichen Stämme erhält man namentlich bei Injection in die Vorhaut, dort, wo sie in das Frenulum ausläuft, ferner bei Einstich in die Raphe der Penishaut, aber auch von dem äusseren sowie inneren Vorhautblatt, deren Lymphgefässe zusammenhängen, namentlich von dem Ring der Vorhautöffnung aus. Dass auch das Lymphcapillarnetz der Glans penis theilweise in die oberflächlichen Lymphbahnen seinen Abfluss nimmt, darauf komme ich weiter unten noch einmal zurück. Von der Frenulargegend ziehen nun im Präputium im Bogen nach vorn und oben, oft den Contouren der bedeckten Corona glandis folgend, oft auch grosse, ganz unregelmässige Schleifen bildend, mehrere feine Stämmchen nach der Dorsalfläche der Penishaut. Zu diesen Zweigen gesellen sich andere, die von dem ganzen Ring der Vorhautöffnung entstehen. Diese ganzen Aeste verlaufen dann entweder als einzelne Stämme nach der Wurzel des Penis an der Bauchhaut, oder mehrere vereinigen sich zu einem Stamm. Die Zahl dieser oberflächlichen Stämme in der Penishaut beträgt meist 4 bis 5, oft 8 bis 10 oder sogar noch mehr, und selten nur fand ich, wie es Sappey darstellt, in diesen oberflächlichen Lagen nur einen in der Mitte gelegenen Dorsalstamm oder zwei solche Lymphgefässstämme. Bei zahlreicherem Vorhandensein dieser Stämme finden sich nicht nur auf der Rückenfläche der Penishaut, sondern auch auf der seitlichen Fläche diese nach vorn ziehenden Stämme. Von der Raphe der Penishaut aus erhält man bei der Injection, ähnlich wie von der Raphe des Scrotums aus, ein ausserordentlich feines Netzwerk nach beiden Seiten hin, aus dem sich dann etwas grössere Aestchen sammeln

(s. Taf. XVI, Fig. 3). Dieselben verlaufen im Bogen nach der Dorsalfläche und von hier aus entweder als selbstständige Aeste nach der Symphysengegend, oder sie münden in die anderen von der Vorhaut herkommenden Dorsalstämme. Solche zufliessende Aeste von der Raphe her sind etwa 4 bis 5 zu constatiren. Besonders die in der Nähe der Peniswurzel gelegenen, von der Raphe entspringenden Aeste ziehen öfters als selbstständige Lymphgefässe zu den Drüsen.

Die gesammten oberflächlichen Aeste der Penishaut, die theilweise unter einander anastomosiren und durch Abzweigungen, die wieder in den Hauptstamm zurück münden, richtige, von Lymphgefässen umflossene Inseln im Fettgewebe bilden können, biegen, an der Symphyse angekommen, gewöhnlich in ziemlich scharfen Bogen nach rechts und links um, oft auch theilt sich ein Ast in einen nach rechts und einen nach links verlaufenden Zweig. Seltener bildet einer der Aeste einen auf den Mons veneris hoch sich hinauf erstreckenden, nach oben convexen Bogen (s. Taf. XVI, Fig. 1). Die Drüsen, zu denen diese Penisäste ziehen, sind die inneren der oberen Inguinaldrüsengruppe, die gleichzeitig die von der Bauchhaut sich sammelnden Lymphstämme aufnehmen können. Sie ziehen in gleicher Richtung in der Leistenfurche wie die vom Scrotum kommenden, und so können 6 bis 8 ganz parallel laufende Lymphstämme in der Leistenfurche nach den Drüsen ihren Weg nehmen.

Eine Ueberkreuzung der Stämme in der Weise, dass Aeste von der rechten Seite des Penis nach den linken Leistendrüsen verlaufen und umgekehrt, wie ich es z. B. fand bei den Lymphgefässen der grossen und kleinen Labien der weiblichen Genitalien, soll auch bei den männlichen Genitalien vorkommen (Waldeyer); zufällig ist mir bei meinen Präparaten diese Variation nicht begegnet.

B. Tiefe Lymphgefässe des Penis (s. Taf. XVII, Fig. 4).

Die Darstellung dieser Lymphgefässe verursacht erheblich grössere Schwierigkeiten als die Injection der bisher beschriebenen Lymphgebiete. Erst nach vielen Misserfolgen erhielt ich brauchbare Präparate und habe dann schliesslich an 13 Leichen eine Injection der tiefen Lymphstämme erhalten. Auch Sappey und Horovitz und Zeissl heben die grosse Schwierigkeit der Einspritzungen in diesem Lymphgebiet hervor, die letzten beiden Autoren konnten nur in 2 unter 35 Fällen die tiefen Lymphstämme injicirt erhalten. Während sich meine, die oberflächlichen Lymphstämme betreffenden Ergebnisse mit denen Sappey's und von Horovitz und Zeissl im Wesentlichen decken, zeigten sich theilweise noch andere Resultate bei den tiefen Lymphstämmen.

Die tiefen Aeste erhält man durch Injection in die Eichel, und zwar sowohl in die Oberfläche derselben, wie bei Einspritzung in die tieferen Theile der Glans, die oberflächlichen und tiefen Lymphbahnen hängen unter einander zusammen. Vielfach injicirte ich auch an der hinteren Fläche der Corona glandis am Uebergang in den Sulcus coronarius oder in diesem selber, es entstanden dann zwar theilweise Extravasate auf dem peripheren Theil des Dorsum penis unterhalb der Fascie, aber die Lymphstämme füllten sich in ihrem Verlauf zu den Drüsen besser und in reichlicherer Zahl, als wenn ich die Injection an dieser Stelle unterliess. Auf der Eichel entsteht bei Einstich in die Corona glandis, ferner auch in die Gegend des Frenulum, aber auch bei Einstich in den dorsalen Theil der Eichel, ein sehr feines und schönes Netzwerk, noch feiner als auf dem Scrotum. Aus der tieferen Lymphgefässschicht bilden sich die Panizza'schen Plexus zu beiden Seiten des Frenulum.[1] Von dem gesammten Netzwerk der Eichel aus sammeln sich Aestchen, die im Wesentlichen nach dem Frenulum zu convergiren.

Von hier aus fliesst dann aus den feinsten Aestchen auf beiden Seiten ein dickerer Stamm zusammen, der im Sulcus coronarius oder etwas hinter demselben nach dem Dorsum penis verläuft, manchmal sind es auch ein paar Stämme, die in unregelmässiger, nach oben convexer Schleifenbildung dorsalwärts verlaufen. Diese die Eichel umgebenden Stämme vereinen sich dann entweder zu einem dicken Dorsalstamm oder bilden 2, manchmal auch 3 bis 4 Dorsalstämme. Diese Lymphbahnen verlaufen unter der Fascie in Begleitung der Vena subfascialis.

Es muss aber gleich erwähnt werden, dass am Frenulum und auch an der Umschlagsstelle des Präputiums auf den Penis am Sulcus coronarius Anastomosen der Aestchen von der Eichel her mit den Lymphbahnen, die zu den oberflächlich verlaufenden Lymphstämmen in der Haut des Penis führen, stattfinden. Von der Corona glandis sieht man bei gelungener Injection viele feinste, gerade nach oben zu in das innere Vorhautblatt hinein verlaufende Aestchen sich ziehen. Es ist keineswegs zutreffend — und dies Verhalten ist meiner Ansicht nach in der Sappey'schen Darstellung nicht genügend hervorgehoben —, dass von der Eichel aus nur die tiefen und von dem Präputium aus nur die oberflächlichen Lymphbahnen der Penishüllen injicirt werden. Ich erhielt meist von der Eichel aus Injection beider Lymphgefässlagen, manchmal nur Injection der oberflächlichen, verhältnissmässig selten Füllung nur der tiefen Stämme.

Was nun den weiteren Verlauf der tiefen Lymphgefässe anlangt, so sind dieselben zu trennen in solche, die zu den

[1] Citirt nach Waldeyer, *Das Becken*. Bonn 1899. S. 648.

Leistendrüsen ziehen, und solche, die ohne Vermittelung derselben auf directem Wege sich in die Beckendrüsen begeben. Sappey schildert nur tiefe Lymphbahnen, die zu den Inguinaldrüsen verlaufen, aber es ist zweifellos, dass auch eine directe Verbindung der Lymphgefässe der Glans penis und der Beckendrüsen besteht.

Der erwähnte tiefe Dorsalstamm, bezw. die 2 oder 3 Dorsalstämme pflegen sich in der Gegend des Ligamentum suspensorium zunächst zu theilen und hier gewöhnlich ein besonderes Lymphgeflecht zu bilden, das unmittelbar über der Symphyse der Fascie aufliegt. In dies Geflecht sind häufig auf jeder Seite eine oder mehrere kleine Schaltdrüsen eingesprengt. Von dem Geflecht, das einen inselartigen Bezirk einschliesst, gehen nun nach jeder Seite einige (2 bis 3) Stämme ab, die dicht über dem Musc. pectineus hinweg unter dem Samenstrang in eine der inneren oberflächlichen Leistendrüsen münden, in die gleichzeitig die oberflächlichen Penisäste sich ergiessen. Es kommt auch vor, dass sich ein solcher tiefer Penisast direct in eine tiefe, unter der Oberschenkelfascie gelegene Drüse begiebt. In einem Falle sah ich als Abnormität, dass von einem tiefen, unter dem Samenstang zu einer oberflächlichen Leistendrüse verlaufenden Penislymphstamm sich ein feines Aestchen abzweigte, etwa gerade dort, wo der Samenstrang den Ast deckte, dann in den M. pectineus selbst eindrang, so dass er von einer nicht sehr starken Schicht von Muskelbündeln bedeckt war und sich bis an eine der Glandulae inguinales profundae verfolgen liess.

Während nun durch die tiefen Aeste, die zu den Leistendrüsen verlaufen, auch mittelbar die Beckendrüsen in Mitleidenschaft gezogen werden können, indem von den Leistendrüsen bei gelungener Injection 3 bis 4 oder mehr Verbindungsstämme durch die Lacuna vasorum medial von den grossen Blutgefässen zu den Glandulae iliacae oder auch hypogastricae ziehen, so fand ich folgende Aeste, die direct vom Penis ohne Vermittelung der Leistendrüsen direct zu den Beckendrüsen sich begeben. Ein Stamm zweigte sich, ehe der Samenstrang passirt war, von dem zu den Leistendrüsen verlaufenden tiefen Ast ab und zog unter dem Poupart'schen Band durch zu der tiefsten der zwischen Arteria iliaca externa und Arteria hypogastrica gelegenen Drüsen. Dieses Gefäss ist wohl identisch mit dem, welches Horovitz und Zeissl[1] einmal beobachten konnten. Ein anderes Lymphgefäss, das ich öfters vorfand, verlief vom Lig. suspensorium unter dem Poupart'schen Band entlang zum Leistencanal, trat zuerst unter dem Samenstrang in den Canal, lief dann um den Samenstrang herum und weiter auf die Innenseite der Bauchmusculatur unter der Fascie dicht

[1] A. a. O.

oberhalb und parallel dem Beckenrand zu einer grossen Drüse, die lateral von der Arteria und Vena epigastrica inferior profunda der Bauchmusculatur am Darmbeinkamm dicht anlag. Von dieser Drüse zogen sich Verbindungsäste nach aufwärts bis zu der Theilungsstelle der Aorta. Diesen Ast fand ich weder bei Sappey noch bei Horovitz und Zeissl erwähnt.

Als die vorliegenden Untersuchungen schon zum grossen Theil abgeschlossen und niedergeschrieben waren, erschien die Arbeit Küttner's über das Peniscarcinom und seine Verbreitung auf dem Lymphwege,[1] in welcher der Autor ebenfalls über vorgenommene Injectionen der Lymphbahnen berichtet. Seine Befunde über die oberflächlichen Lymphgefässe sind im Wesentlichen die gleichen wie die meinen. Von tiefen Bahnen fand Küttner ebenfalls neben den zu den Leistendrüsen führenden Stämmen die directen Verbindungen zu den Beckendrüsen. Und zwar fand Küttner neben zwei der Aeste, die von den von mir beschriebenen nicht erheblich abweichen, noch eine dritte Verbindung, nämlich einen Ast, der den Pectineus subfascial überschreitet, auf den Ileopsoas übergeht und sich in der Höhe des Beckenrandes den grossen Gefässen anschliesst. Er geht unter der Vene und Arterie zu einer Drüse, die in der Höhe des Ueberganges des Ureters über die grossen Gefässe unter den letzteren gelegen ist. Ich habe diesen Ast nicht nachweisen können. Das von mir als zweiter, zu den Beckendrüsen direct verlaufender Stamm beschriebene Lymphgefäss, das in meinen Präparaten jedes Mal in eine lateral von der Epigastrica inferior profunda, bezw. der Arteria iliaca externa gelegene grosse Drüse mündete, sah Küttner in einer Drüse endigen, die medial von der Epigastrica profunda lag, und es zweigte sich vor der Drüse noch ein zu einer Glandula hypogastrica sich wendender Nebenast ab, immerhin kann man aber wohl trotz der Abweichungen diesen vom Symphysengeflecht in's Becken verlaufenden Ast in Küttner's und meinen Präparaten als den gleichen ansehen. Von der Pars prostatica der Harnröhrenschleimhaut, die Küttner mit in den Bereich seiner Injectionen zog, sah er ebenfalls directe Verbindungen mit den Beckendrüsen.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass ich den schon von Sappey beschriebenen Zusammenhang des Lymphgefässnetzes der Glans penis mit den Lymphbahnen der Harnröhrenschleimhaut bestätigt fand. Sappey fand die Anastomosen sowohl am Orificium externum urethrae, als auch in der Höhe des Sulcus retroglandularis. In der That erhielt ich meist bei Injection in die Glans penis auch zahlreiche Lymphbahnen auf der Urethral-

[1] *Beiträge zur klinischen Chirurgie.* Bd. XXVI. Heft 1.

schleimhaut, Lymphstämme, die grösstentheils parallel dicht neben einander verliefen und sich oft bis zum Caput gallinaginis verfolgen liessen.

Ich glaube, diesmal davon absehen zu können, das Resultat der Injectionen an jeder einzelnen Leiche aufzuführen. Ich liess nach der Fertigstellung der Präparate sofort eine getreue Zeichnung des injicirten Gebietes herstellen, aus einer Combination aller dieser Blätter wurden dann die der Arbeit beigegebenen Abbildungen (Taf. XVI u. XVII) gezeichnet. Ich habe mich bemüht, dieselben so wenig schematisch als möglich zu halten, es findet sich darauf kein Lymphgefäss, das nicht auf einer der nach dem frischen Präparat angefertigten Zeichnungen vorhanden war.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVI u. XVII.)

Tafel XVI.

Fig. 1. Die Zuflüsse der Leistendrüsen. Lymphcapillarnetz auf der Haut des Scrotum.

Fig. 2. Lymphgefässe des Scrotum. Oberflächliche Lymphbahnen des Penis.

Fig. 3. Oberflächliche, von der Raphe des Penis entspringende Lymphstämme.

Tafel XVII.

Fig. 4. Tiefe Lymphgefässe des Penis. Lymphcapillarnetz auf der Oberfläche der Eichel. Tiefes Lymphgeflecht am Ligamentum suspensorium mit eingesprengten Schaltdrüsen. Von den Lymphstämmen gehen einige unter dem Samenstrang zu den Leistendrüsen. Andere gehen ohne Vermittelung der Leistendrüsen direct zu den Beckendrüsen, und zwar verläuft ein Ast medial vom Samenstrang unter dem Poupart'schen Band zu der tiefsten der zwischen Art. iliaca externa und Art. hypogastrica gelegenen Drüsen (auf der linken Seite des Cadavers gezeichnet), ein anderer Stamm geht durch den Leistencanal auf der inneren Seite der Bauchmusculatur zu einer lateral von der Art. epigastrica inferior prof. gelegenen Drüse (auf beiden Seiten der Zeichnung wiedergegeben).

Ueber die Insel des Ungulatengehirnes.

Von

Prof. Dr. M. Holl
in Graz.

(Hierzu Taf. XVIII—XX.)

Die vorliegende Abhandlung bringt das Ergebniss der Untersuchung der Insel und des an sie angrenzenden Rindengebietes verschiedener Ungulatengehirne. Zur Untersuchung gelangten die Gehirne folgender Thiere: 1. Perissodactyla: Fam. Tapiridae: Tapirus indicus (1 Gehirn); Fam. Rhinoceridae: Rhinoceros africanus (1 Gehirn); Fam. Equidae: Equus caballus (9 Gehirne). 2. Artiodactyla: a) Artiodactyla pachydermata: Fam. Suidae Sus scrofa (16 Gehirne). b) Artiodactyla ruminantia: Fam. Tylopoda: Camelus dromedarius (1 Gehirn); Fam. Cervidae: Cervus capreolus (10 Gehirne), Cervus elaphus (7 Gehirne), Rangifer tarandus (1 Gehirn); Fam. Cavicornia: Subfam. Antilopinae: Antilope Soemmeringi (2 Gehirne), Rupicapra rupicapra (8 Gehirne); Subfam. Ovinae: Ovis aries (11 Gehirne), Capra hircus (2 Gehirne); Subfam. Bovinae: Bos taurus (9 Gehirne). 3. Rodentia: Fam. Subungulata: Hydrochoerus capybara (1 Gehirn).

Eine auffallende Eigenschaft der äusseren Form des Ungulatengehirnes ist der langgestreckte Bau bei relativ geringer Höhenentwickelung, zum Unterschiede von der des Carnivorengehirnes, welches, kurz gebaut, besonders in die Höhe entwickelt ist.

Die Angabe, dass die Formverschiedenheit beider Gehirntypen darauf beruhe, dass beim Carnivorengehirne die Bogenwindungen stark gekrümmte Bogen darstellen, während sie beim Ungulatengehirne mehr flach und gestreckt auftreten, ist nicht einwandsfrei. Die Krümmung des Scheitelantheiles des Bogens ist bei dem Ungulatengehirne zum mindesten ebenso bedeutend als beim Carnivorengehirne, die auslaufenden Schenkel der Bogenwindungen jedoch, welche beim letzteren steil liegen, schlagen beim ersteren

annähernd eine sagittale Richtung ein, und dies kann beide Schenkel betreffen (z. B. Figg. 10, 11, 12, Taf. XVIII), oder nur den vorderen, während der hintere Schenkel in seinem ganzen Verlaufe steil gerichtet ist (z. B. Figg. 2, 3, 4, Taf. XVIII); bei Hydrochoerus capybara (Taf. XVIII, Fig. 1) jedoch scheinen die Bogenwindungen in der That flache Bogen darzustellen.

Hydrochoerus capybara. Das Gehirn von Hydrochoerus (Taf. XVIII, Fig. 1) zeigt in dem zu besprechenden Rindengebiete ziemlich einfache Verhältnisse, und deshalb soll dasselbe zuerst erörtert werden.

Das Rhinencephalon ist durch eine mässig gekrümmte Furche, die Fissura rhinalis (Taf. XVIII, Fig. 1 *rh*), vom Pallium deutlich abgegrenzt. Annähernd parallel mit ihr und in mässiger Entfernung von ihr liegt am Pallium eine flach gewölbte Furche, Fig. 1 *esa*, *esp*, deren vorderes Ende in eine wenig ansteigende Furche *ps*, *ps* continuirlich übergeht, während das hintere Ende sich abwärts krümmt; hinter ihrer Längsmitte steigt nahezu vertical ein Ast *rses* auf, welcher auf der linken Hemisphäre besser als auf der rechten entwickelt ist. Die Abgangsstelle dieses Astes trennt die Bogenfurche in einen Ramus anterior, oder Ectosylvia anterior *esa*, und in einen Ramus posterior, oder Ectosylvia posterior *esp*, während der Ast selbst als Ramus superior *rses* bezeichnet werden kann. Diese am Pallium zu unterst liegende Furche grenzt vom Pallium eine im mässigen Bogen verlaufende Windung (Fig. 1 *I*, *I*) ab, welche durch die mächtige Wölbung der über ihr liegenden Rinde tief gelagert erscheint und von letzterer dadurch, dass ihr Randtheil etwas überhängend gestaltet ist, mässig operculisirt wird. An dem vorderen und hinteren Ende der Bogenfurche steht die Windung mit dem Operculum im Zusammenhange.

Fertigt man durch die Windung Längsschnitte oder frontale Schnitte an, so gewahrt man, dass sie zum Claustrum, bezw. zum Linsenkern in Beziehung tritt, und zwar in derselben Weise, wie dies an anderen Gehirnen bei der Inselwindung der Fall ist. Es steht daher nichts im Wege, die Windung als Inselwindung aufzufassen.

Mit Rücksicht darauf, dass beim Carnivorengehirne gezeigt wurde,[1] dass dessen untere Bogenwindung (Gyrus arcuatus I) wegen ihrer Beziehung zum Claustrum und Linsenkern als Inselwindung anzusehen ist, liegt es nahe, die Inselwindung von Hydrochoerus mit der des Carnivorengehirnes zu homologisiren, bezw. dieselbe als einen Gyrus arcuatus I zu bezeichnen. Die über diesen liegende Furche kann daher auch nur der Fissura ectosylvia des Carnivorengehirnes entsprechen. Die Theilung der Fissura ectosylvia in einen Ramus anterior (Ectosylvia anterior) und in einen Ramus posterior (Ectosylvia posterior) durch den von ihr abzweigenden

[1] Ueber die Insel des Carnivorengehirnes. *Dies Archiv.* 1899. Anat. Abthlg.

Ramus superior findet ihre Wiederholung am Carnivorengehirne, da ja auch an diesem die Ectosylvia in jene Theilstücke zerlegt werden kann oder auch zerlegt erscheint. Da die Ectosylvia anterior des Carnivorengehirnes in die Fissura praesylvia übergeht, so ist die bei Hydrochoerus mit *ps'ps* bezeichnete Furche als Fissura praesylvia zu deuten, um so mehr, als sie auch alle typischen Beziehungen hier wie dort zeigt; eine Ausnahme besteht insofern, als bei den Carnivoren die Fissura praesylvia mit der Fissura rhinalis zusammenhängt, während die gleichnamige Fissur bei Hydrochoerus die letztgenannte Furche nicht erreicht.

Ist der Gyrus arcuatus I und die Fissura ectosylvia bei Hydrochoerus festgestellt, so kann die oberhalb der Fissura ectosylvia liegende Windung nur einen Gyrus arcuatus II darstellen. Aber nur der hintere Antheil des Gyrus arcuatus II ist von der übrigen Rinde durch eine Fissura suprasylvia (posterior) (Taf. XVIII, Fig. 1 *ss*) deutlich abgegrenzt; eine Fissura suprasylvia anterior, welche den vorderen Antheil der 2. Bogenwindung abgrenzen soll, ist namentlich links nur undeutlich entwickelt. In der Höhe des vorderen Endes des Gyrus arcuatus II findet sich die Andeutung einer Fissura diagonalis (Taf. XVIII, Fig. 1 *d*) vor. Der hintere Schenkel des Gyrus arcuatus II weist eine ziemlich gut entwickelte, kurze, schief liegende Furche, Fissura obliqua (Taf. XVIII, Fig. 1 *ob*) auf, welche der Fissura postica Krueg's wohl homolog erscheint, aber es nicht ist. Beim Carnivorengehirne (Caniden) kann häufig genug eine Furche am hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II auftreten,[1] und diese ist es, die der Fissura obliqua des Ungulatengehirnes wahrscheinlich homolog ist.

Als Fissura Sylvii aut. wird beim Carnivorengehirne jene Furche bezeichnet, um welche der Gyrus arcuatus I herumgelegt ist; sie muss dementsprechend bei Hydrochoerus am rhinalen Rande des Gyrus arcuatus I gesucht werden. Da dieser aber mit der Fissura rhinalis zusammenfällt, so kann die Fissura Sylvii nur der Stelle der stärksten Ausbiegung (Taf. XVIII, Fig. 1 *sy*) derselben entsprechen. Denkt man sich beim Carnivorengehirne den Gyrus arcuatus I gestreckt, so fällt dann auch bei diesem die Fissura Sylvii mit der Fissura rhinalis zusammen. Die als Fissura ectosylvia bezeichnete Furche als Fissura Sylvii anzusprechen, wäre gefehlt, da dieselbe dann am convexen Rande des Gyrus arcuatus I (der Insel) zu liegen kommen würde.

---

[1] Ueber die Insel des Carnivorengehirnes. *Dies Archiv.* 1899. Anat. Abthlg. In den Figg. 6, 7, 10, 12, 14, Taf. XI u. XII, trägt der hintere Schenkel des Gyrus arcuatus II eine mehr oder minder ausgeprägte Furche; dieselbe ist in den Figuren nicht bezeichnet. Es sei gestattet, an dieser Stelle auf einige fehlerhafte Bezeichnungen in den Figuren der citirten Abhandlung aufmerksam zu machen. In Fig. 2 gehört *a* weg, statt *Go* lies *Gr*, statt *Gr* lies *Go*; in Fig. 6 gehört *d* weg; in Fig. 14 ist die Fissura coronaria unbezeichnet geblieben.

Sus scrofa; zur Untersuchung gelangten 16 Gehirne. Die Abbildungen Figg. 2 u. 3 auf Taf. XVIII zeigen je eine linke, Fig. 4 eine rechte Hemisphäre der Gehirne von Schweinen; um die Insel (aut.) deutlich zu sehen, wurde bei den Figg. 3 und 4 ein Theil der sie von oben her deckenden Windung und bei Fig. 4 auch noch der Randtheil der Pars anterior des Rhinencephalons entfernt.

Fissura suprasylvia. Krueg's[1] Darstellung der Fissura suprasylvia folgen alle Autoren. Man kann diese mächtige, in den Mantel tief einschneidende Bogenfurche in mehrere (3) Abtheilungen bringen: 1. die Suprasylvia posterior (Figg. 2, 3, 4 *ssp*) (Proc. post. fiss. supras. Krueg, Fiss. supras. post. Flatau und Jacobsohn[2]) bildet den hinteren unteren Abschnitt; ihre Grenze gegen 2. die Suprasylvia media (Figg. 2, 3, 4 *ssm*) (Suprasylvia Krueg, Fissura suprasylvia media Flatau und Jacobsohn) kann bei einem nach rückwärts und aufwärts steigenden, regelmässig vorkommenden Seitenast (Figg. 2, 3, 4 *rpss*) Ram. post. fiss. suprasylvia (mihi) angenommen werden. Die Fissura suprasylvia media findet ihr Ende dort, wo der Processus superior Krueg (Figg. 2, 3, 4 *sss*) weggeht; hier ist auch der Anfang 3. der Suprasylvia anterior (Figg. 2, 3, 4 *ssa*) (Processus anterior Krueg, Fiss. suprasylvia anterior Flatau und Jacobsohn). Das Ende der Suprasylvia anterior ist nach Krueg bei ihrer Einmündung in die Fissura diagonalis (Figg. 2, 3, 4 *dl* und *dm*); Flatau und Jacobsohn lassen sie über die eben genannte Fissur hinausgehen. Diese jenseits der Fissura diagonalis gelegene und in der Flucht der Suprasylvia anterior gelegene Fissur ist von Krueg unbezeichnet und unberücksichtigt geblieben; sie soll als Suprasylvia anterior accessoria (Figg. 2, 3, 4 *ssac*) besonders angeführt werden, da die Anschauung von Flatau und Jacobsohn, dass sie eine vordere Abtheilung der Suprasylvia anterior darstelle, nicht hinreichend begründet ist.

Untersucht man die ganze, aus den genannten Theilstücken sich aufbauende Fissura suprasylvia auf Tiefenwindungen, so ergiebt sich, dass solche in ganz regelmässiger Weise, aber in verschiedenen Entwickelungszuständen angetroffen werden. In der Tiefe der Suprasylvia media, beiläufig in ihrem mittleren Antheile, liegt eine breite Tiefenwindung, die niemals an die Oberfläche emporsteigt. Am vorderen und hinteren Ende der Suprasylvia anterior, wie auch am hinteren Ende der Suprasylvia anterior accessoria ist regelmässig je eine Tiefenwindung zu finden. Diese Tiefenwindungen sind in der weitaus grössten Zahl der Fälle so mächtig entwickelt, dass

[1] Ueber die Furchung der Grosshirnrinde der Ungulaten. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. XXXI.

[2] *Handbuch der Anatomie und vergleichenden Anatomie des Centralnervensystems der Säugethiere.* I. Makroskopischer Theil. Berlin 1899.

schon eine geringe Entfernung der betreffenden Furchenwandungen genügt, um sie zu sehen; ja in einzelnen Fällen ist die eine oder die andere an die Oberfläche getreten und hindert die Verbindung der Suprasylvia media mit der Suprasylvia anterior, die der Suprasylvia anterior mit der Fissura diagonalis,[1] und die der Fissura diagonalis mit der Suprasylvia anterior accessoria; d. h. mit anderen Worten: Die Suprasylvia posterior und media (mit dem Processus superior *sss*) erscheinen stets als eine einheitliche Furche, während die Suprasylvia anterior und anterior accessoria als selbstständige Furchen auftreten können.

An 10 Gehirnen erwachsener Schweine, also an 20 Hemisphären, findet man die Suprasylvia anterior schon oberflächlich 2 Mal (1 Mal rechts, 1 Mal links) von der Suprasylvia media getrennt; in 8 Fällen war die Tiefenwindung so stark entwickelt, dass nur ein ganz geringes Höherrücken hingereicht hätte, um die vollständige Trennung zu bewerkstelligen; in den übrigen 10 Fällen war die Tiefenwindung auch wohl entwickelt, aber von der Oberfläche ziemlich weit entfernt. Eine Verbindung der Suprasylvia anterior mit der Fissura diagonalis fehlte vollkommen in 6 Fällen; in 8 Fällen hätte es einer nur geringen Höhenentfaltung der Tiefenwindung bedurft, um die oberflächliche Verbindung beider Fissuren zu unterbrechen; in den übrigen 6 Fällen war die Uebergangswindung tief gelegen.

Die Suprasylvia anterior accessoria war in 8 Fällen von der Diagonalis vollkommen getrennt; in weiteren 8 Fällen war die Tiefenwindung nur ganz wenig von der Oberfläche entfernt; in 6 Fällen nahm sie eine tiefe Lage ein.[2] In 5 Fällen, und zwar an 2 Gehirnen an beiden Hemisphären und in 1 Falle an der rechten Hemisphäre, war die Suprasylvia accessoria mehr oder minder überhaupt schlecht ausgeprägt (Taf. XVIII, Fig. 5 *ssac*) (entweder nur angedeutet oder eine sehr seichte Rinne).

Ein deutlich ausgesprochener, ununterbrochener, oberflächlicher Zusammenhang der Suprasylvia posterior, media, anterior und accessoria fand sich nur an 2 Gehirnen (Taf. XVIII, Figg. 3, 4), ein solcher, jedoch mit

---

[1] In Fig. 2, Taf. XVIII, vermittelt nur eine seichte Rinne *ssa'* die Verbindung der Suprasylvia anterior mit der Diagonalis. Beide Furchen werden durch die an die Oberfläche getretene Tiefenwindung getrennt. Diese aber trägt die erwähnte Rinne. In Fig. 5, Taf. XVIII, unterbricht die Verbindung der genannten Furchen eine schmale, ganz an die Oberfläche getretene Tiefenwindung.

[2] Nach Krueg ist die Suprasylvia anterior constant mit der Fissura diagonalis verbunden. Rogner (Ueber das Variiren der Grosshirnfurchen bei Lepus, Ovis und Sus. *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie.* Bd. XXXIX.) fand die Verbindung bei 32 Hemisphären 18 Mal rechts und 14 Mal links. Nach Flatau und Jacobsohn mündet die Suprasylvia anterior nur zuweilen in die Fissura diagonalis; mit der letzteren hängt die Suprasylvia accessoria gewöhnlich zusammen. Die Tiefenwindung am hinteren Ende der Suprasylvia anterior erwähnen Flatau und Jacobsohn nebenbei.

Ausschluss der Suprasylvia accessoria, an 4 Gehirnen, und zwar in allen diesen Fällen sowohl rechts als links. Die Suprasylvia posterior, media und der Processus superior waren in allen Fällen sowohl oberflächlich als auch tief unter einander verbunden. Aus diesen Befunden geht die grössere Selbstständigkeit der Suprasylvia anterior und accessoria hervor, und es erscheint daher fraglich, ob alle oben angeführten Theilstücke der Suprasylvia zusammengehören und eine einheitliche Bogenfurche darstellen. 5 Gehirne von etwa 21 ^{cm} langen Schweineembryonen ergaben betreffs der Suprasylvia folgende Befunde: An den 10 Hemisphären standen in 6 Fällen alle Theilstücke der Suprasylvia in Verbindung, die Tiefenwindungen sind an gewöhnlicher Stelle anzutreffen, erreichen jedoch die Oberfläche nicht; in 1 Falle anastomosirte die Suprasylvia anterior mit der Diagonalis nicht, und in 3 Fällen war die Suprasylvia anterior accessoria minder entwickelt und ausser Beziehung zur Diagonalis.

An embryonalen Gehirnen bilden also in der Mehrzahl der Fälle alle Theilstücke der Suprasylvia eine einheitliche Furche, was im Gegensatze ist zu dem Befunde an den Gehirnen erwachsener Thiere. Hervorzuheben ist aber die in 3 Fällen selbstständige, noch nicht voll entwickelte Suprasylvia accessoria.

Auf einen Seitenast der Suprasylvia anterior ist noch aufmerksam zu machen. In Figg. 2, 3, 5, Taf. XVIII, ist wahrzunehmen, wie derselbe (*rlssa*) den vorderen Schenkel der die Fissura Sylvii aut. begrenzenden Windung einkerbt; derselbe kann oft sehr stark entwickelt sein; dies ist 11 Mal der Fall bei den 20 Hemisphären der Gehirne der Erwachsenen und 8 Mal bei den 10 Hemisphären der Embryonen.

Es kann geschehen, dass der Seitenast der Suprasylvia anterior den vorderen Schenkel des Gyrus sylviacus aut. durchschneidet und mit der Fissura Sylvii autorum anastomosirt (4 Mal bei den Gehirnen Erwachsener, 2 Mal bei den Embryonen, 1 Mal von Rogner beobachtet). Wenn die Suprasylvia anterior mit der Diagonalis keine Verbindung besitzt, so erscheint der in Rede stehende Seitenast als directe Fortsetzung der Suprasylvia anterior (Taf. XVIII, Fig. 2); der allfällige Uebergang der Suprasylvia anterior in die Fissura Sylvii aut. ist nach Obigem verständlich.

An einer Hemisphäre eines embryonalen Gehirnes stand das vordere Ende der Suprasylvia accessoria mit dem vorderen (aufsteigenden) Ast der Fissura Sylvii aut. in Verbindung.

Fissura diagonalis. Ihre Beziehung zur Suprasylvia anterior und anterior accessoria wurde früher erörtert. Sie besteht aus einem medialen und einem lateralen Antheile (Taf. XVIII, Figg. 2, 3, 4, 5 *dm*, *dl*). In 2 Fällen, je 1 Mal an einer Hemisphäre je eines erwachsenen und embryonalen Gehirnes, war der laterale Ast nicht vorhanden.

Fissura rhinalis anterior und posterior. Beide Furchen (Fig. 2 *rha*, *rhp*) bilden eine Grenze zwischen Pallium und Rhinencephalon. Die Fissura rhinalis anterior geht gewöhnlich in den Sulcus olfactorius über; sie kann aber auch, wie dies die Figg. 2, 3, 4, 5, Taf. XVIII, zeigen, in die Fissura praesylvia einfliessen. Aeste der Fissura rhinalis, die von einzelnen Autoren erwähnt werden, sind Furchen, die dem Pallium angehören.

Fissura praesylvia. Ihr hinteres Ende findet sich beim vorderen Ende des Ram. ant. fiss. Sylvii aut.; dasselbe ist in den weitaus meisten Fällen im unmittelbaren Zusammenhange mit der Fissura rhinalis anterior; gelegentlich (Fig. 4) auch mit dem Ram. ant. fiss. Sylvii aut. (Fig. 4 *esa*) (4 Mal Rogner). Das vordere Ende krümmt sich aufsteigend um den vorderen lateralen Gabelast der Fissura coronaria (Figg. 2, 3, 4, 5 *cola*); beim erwachsenen Thiere schickt sie häufig einen Ast vorn abwärts (Fig. 4 *so*, Sulcus supraolfactorius). Der von Ellenberger angegebene Zusammenfluss der Fissura praesylvia mit der Fissura coronaria besteht nicht.

Das von der Fissura suprasylvia communis, der Fissura rhinalis anterior und posterior und der Fissura praesylvia begrenzte Gebiet des Palliums soll nun in Beziehung auf Furchen und Windungen näher untersucht werden. Die Autoren erwähnen als Furchen: die Fissura Sylvii mit ihren Aesten Ram. superior, anterior, posterior, und die Fissura postica Krueg (ectosylvia posterior Flatau und Jacobsohn). Von den Windungen wird nur die Insel (pli sous-sylvien superieur ou temporo-pariétal Broca) angeführt; Broca spricht noch von einer circonvolution sylvienne ou première pariétale de Leuret und von einer seconde pariétale en partie fusionée avec le precedente. Flatau und Jacobsohn heben nur den ausgesprochenen Bogentypus der Windungen hervor und sagen kurz: „Ihre Nomenclatur entspricht der beim Hund angegebenen.“

Oberflächlich betrachtet erscheint das in Rede stehende Rindengebiet als eine um eine schief liegende, tief einschneidende Furche Fissura Sylvii aut. (Fig. 2 *rses*) herumgelegte Bogenwindung, mit einem vorderen schmäleren, längeren und einem hinteren breiten, aber kürzeren Schenkel; frontal- und occipitalwärts findet ein Uebergang in die benachbarten Windungen statt. Der hintere Schenkel trägt eine der Fissura Sylvii aut. annähernd parallel verlaufende Binnenfurche, Fissura postica (Fig. 4 *ob*) (Krueg); der rhinale Rand des vorderen Schenkels wird in der Nähe seines vorderen Endes von einer kürzeren, schief nach vorn oben verlaufenden Furche, welche scheinbar aus der Fissura rhinalis anterior entspringt, eingeschnitten (Figg. 2, 3, 4 *esas*); die Furche wird von den Autoren als das vordere Ende des Ram. ant. inf. fiss. Sylvii bezeichnet.

Fissura postica (Krueg). Flatau und Jacobsohn bezeichnen diese Furche als erste Bogenfurche, als Fissura ectosylvia: „Die erste Bogenfurche

ist beim Schwein nur wenig entwickelt. Man sieht nur hinter der Fissura Sylvii eine etwa 1·5 cm lange Furche, welche mit der Fissura Sylvii ziemlich parallel verläuft und stark geschlängelt ist. Sie ist etwa 1·5 cm lang und 3 bis 4 mm tief. Ihr unteres Ende ist meistens 5 bis 7 mm von der Fissura rhinalis posterior entfernt. Diese Furche (Fissura ectosylvia posterior) stellt den einzig constanten hinteren Schenkel der ersten Bogenfurche dar. Was den mittleren und vorderen Schenkel dieser Bogenfurche anbetrifft, so sind dieselben meistens nicht vorhanden. Man sieht nur nach vorn und oben an der Fissura Sylvii unregelmässige, kleine Eindrücke."

Das Bild, welches diese Furche zeigt, ist ein sehr verschiedenes. In der Minderzahl der Fälle verhält sie sich so einfach (Fig. 4 *ob*), wie Flatau und Jacobsohn angeben; an 20 Hemisphären erwachsener Thiere wird sie 3 Mal und an 10 Hemisphären embryonaler Gehirne 4 Mal beiläufig in der angegebenen Weise angetroffen. Meist ist das obere und untere Ende gegabelt (Fig. 4 *ob*). Das untere Gabelstück wird häufig (15 Mal in 20 Fällen) selbstständig und liegt dann nicht in der Flucht, sondern hinten unten von dem oberen Theilstück; es kann ein Mal der obere Antheil, das andere Mal der untere besser entwickelt sein. Sind beide gut entwickelt, dann erscheinen statt einer, auch zwei hinter einander liegende Furchen, die Fissura postica ist verdoppelt (Figg. 2, 3 *ob*). Selten greifen die Furchen über das Gebiet der hinteren Schenkel der Bogenwindung hinaus; an einem Gehirne wurde jedoch, und zwar an beiden Hemisphären, beobachtet, dass das obere Ende der Fissur sich bogenförmig nach vorn aufwärts hinzog und oberhalb des oberen Endes der Fissura Sylvii aut. in die Fissura suprasylvia media durchschnitt. Ein stark bogenförmiger Verlauf, die Concavität nach vorn gerichtet, wird häufig beobachtet (etwa 7 Mal in 20 Fällen).

Fissura Sylvii aut. In einfachster Weise (Fig. 2 *rses*) finde ich dieselbe als eine fast geradlinige, schief absteigende, ohne Nebenzweige abgebende und bis zur Fissura rhinalis herab vollkommen geschlossene Furche (unter 20 erwachsenen Hemisphären 8 Mal, unter 10 embryonalen Hemisphären 6 Mal). Da die Furchenwandungen bis zur Grenze des Rhinencephalons unmittelbar angeschlossen liegen, so macht es den Eindruck, als übergehe die Fissura Sylvii in die Fissura rhinalis anterior bezw. Fissura rhinalis posterior. Wenn die Furchenlippen im untersten Abschnitte etwas aus einander weichen, was bei embryonalen Gehirnen regelmässig und bei erwachsenen Thieren gelegentlich beobachtet wird, so kommt es zu einer kürzeren oder längeren Gabelung des unteren Endes der Fissura Sylvii (Ram. ant. und post. aut.), und ein grösseres oder kleineres Stück einer Tiefenwindung (Insel aut.) wird sichtbar.

Das obere Ende der Fissura Sylvii aut. ist meist gegabelt (Fig. 4 *a*, *b*); entweder ist nur eine Andeutung (Fig. 5) einer Gabelung (Embryonen)

vorhanden, oder dieselbe ist deutlich ausgesprochen. Der eine Gabelast ist ein vorderer, der andere ein hinterer aufsteigender; der vordere (Fig. 4 *a*) kann auf die Fissura suprasylvia übergreifen (2 Mal in 10 Fällen embryonaler Gehirne, 1 Mal in 20 Fällen von Gehirnen erwachsener Thiere).

Drängt man die Wandungen der Fissura Sylvii aut. aus einander und hebt man gleichzeitig den vorderen Schenkel der sie begrenzenden Bogenwindung empor oder entfernt den Randtheil derselben, so erblickt man den Grund der Fissura Sylvii aut. und ihre Aeste und die operculisirt gewesene Insel (Figg. 3, 4). Die Aeste der Fissura Sylvii aut.[1] sind der Ramus inferior posterior (Figg. 3, 4 *esp*) (Kükenthal und Ziehen, Proc. posterior Krueg) und der Ramus inferior anterior (Figg. 2, 3, 4, 5 *esa*) (Kükenthal

[1] Ueber den Stamm (Ram. sup.) der Fissura Sylvii (Figg. 2, 3, 4, 5 *rses*) (Proc. acuminis Krueg) findet man in der Litteratur folgende Angaben: „Die Fissura Sylvii hat einen S-förmigen Verlauf, sie ist in ihrem oberen Abschnitte tief, dagegen im unteren durch das Emporragen der Insel sehr flach. Das obere, leicht gegabelte Ende der Fissura Sylvii liegt 2·5 bis 3·0 ^{cm} vom hinteren Hemisphärenrande und 0·5 bis 1·0 ^{cm} von der Fissura suprasylvia entfernt. Die Wände der Furche und des vorderen Astes zeigen mehrere Einsenkungen und Wülste" (Flatau und Jacobsohn). Ferner: „Verläuft nach oben rückwärts, also verschieden von Ovis, aber ähnlich dem der Carnivoren. In einem Falle (rechts) geht von dem Processus anterior der Fissura suprasylvia ein Fortsatz zu ihm und verbindet sich mit demselben" (Rogner). Ueber den vorderen Ast äussern sich Flatau und Jacobsohn wie folgt: „Der vordere Ast ist erheblich länger als die Fissura Sylvii selbst; seine obere Wand bildet ein so starkes, über der Insel liegendes Operculum, dass es bis an den lateralen Rand des vorderen Theiles des Gyrus pyriformis reicht und oberflächlich die Fissura rhinalis anterior von oben begrenzt; seine untere Wand wird von der, in der Tiefe verborgen liegenden und sich weit nach vorn vorschiebenden Insel gebildet. Der vordere Abschnitt dieses Ramus anterior tritt aber doch noch etwas an der lateralen Fläche zu Tage, und zwar so, dass, wenn die Wände der Fissura rhinalis anterior nicht aus einander gezogen sind, es den Anschein erweckt, als ob dieser vordere Abschnitt ein Ast der Fissura rhinalis selbst sei. In Wirklichkeit aber verlaufen diese beiden Furchen in der Tiefe unabhängig und sind von einander durch die schmale, nach vorn sich lang hinziehende Inselwindung abgetrennt. Die Stelle, an welcher der Ramus anterior fissurae Sylvii mit seinem vorderen Ende an die Oberfläche tritt, liegt etwas hinter der Ursprungsstelle der Fissura praesylvia." Rogner erwähnt, dass „der Ramus anterior fissurae Sylvii von aussen nur an seinem Ursprunge sichtbar ist, dass er alsbald in die Tiefe geht und parallel mit der Fissura rhinalis nach vorn verläuft. In 26 Fällen (unter 40) wird der Ast wieder sichtbar, da das vordere Ende auf den Gehirnmantel übertritt. In 3 Fällen fehlte das nach oben den Mantel einschneidende Ende und 11 Mal war es bloss schwach angedeutet." Ueber den hinteren Ast der Fissura Sylvii äussert sich nur Rogner näher: „Aeusserlich meist nicht sichtbar, verhältnissmässig kurz; kann erst zur Ansicht gebracht werden, wenn die begleitenden Wülste aus einander gedrängt werden. In der Tiefe verläuft er an ihrer lateralen Grenzfläche (über der Fissura rhinalis) nach rückwärts und geht mit seinem Ende (in 20 Fällen, rechts 9 Mal und links 11 Mal) in die Fissura rhinalis über. Ein Nichtverbundensein mit derselben findet sich in 18 Fällen. Gänzlich fehlt der hintere Ast in 2 Fällen (rechts und links je 1 Mal)."

und Ziehen, Proc. anterior Krueg). Der Furchengrund des Ram. sup fiss. Sylvii aut. (Figg. 3, 4 *rses*) erscheint viel kürzer als bei geschlossenen Furchenwandungen; weder der vordere (Figg. 3, 4 *esa*) noch der hintere Ast (Figg. 3, 4 *esp*) der Fissura Sylvii aut. erreichen die Fissura rhinalis anterior bezw. die Fissura rhinalis posterior.

Der Ram. superior ist etwa 1 cm lang, am Grunde breit und unterhöhlt den Mantel leicht in der Richtung nach hinten.[1] Die hintere Furchenwandung ist etwas vertieft, eingedrückt von einem an der vorderen Furchenwandung sich mehr oder minder erhebenden Windungswulst, der deutlich oder undeutlich durch Furchen sich abgrenzt. Der Ram. post. fiss. Sylvii aut. (Figg. 3, 4 *esp*) ist kurz, etwa $^1/_2$ cm lang, liegt in der Flucht des Stammes und erreicht die Fissura rhinalis niemals; er kann auch fehlen. Der Ram. ant. fiss. Sylvii aut. (Figg. 3, 4 *esa*) geht vom Ram. sup. unter stumpfem Winkel weg, richtet sich nach vorn, zwischen Operculum und Insel aut., und schneidet nach etwa 1 bis 1·5 cm langem Verlaufe in das Operculum ein, wird also mit einem vorderen Ende ganz oberflächlich (Figg. 2, 3, 4 *esas*). Dieses vordere Ende kann schief oder senkrecht aufsteigen, gerade oder bogenförmig gekrümmt, kürzer oder länger sein, und es kann auch fehlen (vgl. die obige Angabe Rogner's); alle erwähnten Variationen werden nicht nur an den Gehirnen erwachsener Thiere, sondern auch schon an embryonalen angetroffen. Mittels eines Astes, der das vordere Ende der Insel (aut.) mehr oder weniger tief einschneidet, kann eine Verbindung mit der Fissura praesylvia zu Stande kommen (Fig. 4). Mitunter schneidet auch ein Ast (Figg. 3, 5 *esas'*) des Ram. ant. fiss. Sylvii aut. das Operculum ein.

Der lange, schief nach vorn absteigende Ramus anterior und der kurze, fast vertical gestellte Ramus posterior, welche zusammen betrachtet eine ungleichschenklige Bogenfurche darstellen, begrenzen eine unter ihnen liegende bogenförmige Windung, die „Insel" der Autoren,[2] die aus einem hinteren kürzeren und einem vorderen längeren Schenkel besteht (Figg. 3, 4 *I, I, I*) und welche gegen das Rhinencephalon durch die Fissura rhinalis geschieden ist. Die Furche (Figg. 2, 3 *sy*), um welche der Bogen gelegt ist, mündet in die Fissura rhinalis. Genauer geschildert, besteht die Windung aus einem etwa 1 cm langen Bogentheil; während das untere Ende des hinteren

[1] Dass das obere Ende sich gabeln kann (Fig. 4), dies, wie auch weitere Beziehungen des oberen Endes wurden früher erörtert.

[2] Ueber Grösse und Form der Insel finden sich nur dürftige Angaben vor; meist wird nur angegeben, dass die Insel tief liegt. Kükenthal und Ziehen (*Centralnervensystem der Cetaceen*. Jena 1893. Bd. III. 1. Th.) geben an, dass die Insel bei Sus nicht in ihrem ganzen Umfange an die Oberfläche tritt, sondern vorzugsweise nur in dem hinteren Theil. Flatau und Jacobsohn bezeichnen die Insel als eine in der Tiefe deutlich ausgeprägte, oberhalb der Fissura rhinalis etwa 2 cm nach vorn reichende, schmale Windung.

Schenkels um den Ram. post. fiss. Sylvii aut. herumgeht und in die Nachbarwindung übergeht, übergeht das untere Ende des vorderen Bogenstückes unter einem fast rechten Winkel in einen etwa 1 bis 1·5 cm langen, leicht nach vorn absteigenden und sich etwas verschmälernden, am oberen Rand mit Kerben versehenen Windungszug, der beim vorderen Ende des Ram. ant. fiss. Sylvii aut. in die benachbarte Windung einfliesst. Die ganze Windung bildet eine Randwindung des Hemisphärenmantels und ist vom Rhinencephalon durch die Fissura rhinalis geschieden, und jene Furche (Figg. 3, 4 *sy*), um welche die Bogenwindung gelegt ist, gehört daher dieser Randwindung, also dem Hemisphärenmantel an, und hat, obgleich er in die Fissura rhinalis einmündet, mit dieser keine weitere Beziehung. (Die Furche darf also nicht als ein Ast der Fiss. rhinalis, wie Kükenthal und Ziehen[1] meinen, angesehen werden. Die Fiss. rhinalis ist eine Grenzfurche zwischen Pallium und Rhineucephalon, die Furche *sy* der Bogenwindung gehört dem Pallium an.)

Die Darstellung der Insel (aut.) des Schweinegehirnes als eine Bogenwindung und die Topik derselben ermöglichen es, dieselbe als unterste Bogenwindung, als Gyrus arc. I im Sinne Leuret's aufzufassen und die Furche, um die der Bogen gelegt ist, als Fissura Sylvii (Carnivoren) hinzustellen.

Dass die Insel des Schweinegehirnes in Wahrheit eine Bogenwindung darstellt, kann wohl schwer bestritten werden; nicht eines der untersuchten Gehirne macht hiervon eine Ausnahme; auch muss zugegeben werden, dass sie als unterste Bogenwindung auftritt. Daraus aber folgt, dass sie dem Gyrus arcuatus I des Carnivorengehirnes gleichzustellen ist. Bei diesem Vergleich wird jedoch auffällig, dass der Gyrus arcuatus I des Schweinegehirnes in die Tiefe versenkt ist. Ein Versenktsein der 1. Bogenwindung wird aber auch bei den Carnivoren (Ursiden) beobachtet, ja bei einer Reihe von Carnivoren kann man das allmähliche Versinken des vorderen oder hinteren Schenkels des Gyrus arcuatus I beobachten. Auch auf das Verhalten der Insel bei Hydrochoerus kann verwiesen werden. Das Versenktsein der Insel des Schweinegehirnes kann also nicht befremdend erscheinen, um so weniger, als der Vorgang der Versenkung auch nachgewiesen werden kann. Die Entwickelungszustände des Schweinegehirnes lehren (Krueg), dass die Insel während des embryonalen Lebens aus einer ursprünglich oberflächlichen Lage in eine tiefe gebracht wurde. Endlich kann gezeigt werden, dass auch beim erwachsenen Thier unter Umständen die Insel eine oberflächliche Lage einnehmen kann, was an dem in Fig. 5, Taf. XVIII, abgebildeten Gehirne zu ersehen ist.

Wenn der Gyrus arcuatus I des Schweinegehirnes die Inselwindung

[1] Ueber das Centralnervensystem der Cetaceen. *Denkschriften der med.-naturw. Gesellschaft in Jena.* Jena 1893. Bd. III. 1. Theil.

darstellt und dem Gyrus arcuatus I des Carnivorengehirnes gleichzustellen ist, so ist es nothwendig, hinzuweisen, dass auch dieser als Insel aufzufassen ist, denn als Insel bezeichnen die Autoren beim Carnivorengehirne etwas Anderes als die 1. Bogenwindung. In meiner Arbeit über die Insel des Carnivorengehirnes bin ich auf diesen Gegenstand näher eingegangen und habe zu zeigen versucht, dass das von den Autoren als Insel hingestellte Gebilde nur einen Theil des hinteren Schenkels des Gyrus arcuatus I darstellt und dass in Wahrheit der ganze Gyrus arcuatus I als Insel aufzufassen ist, da die ganze Windung mit dem Claustrum in innigster Beziehung steht. Eine Reihe von Durchschnitten der 1. Bogenwindung bei verschiedenen Carnivorengehirnen dienten als Beleg für das Gesagte.

Wenn nun auch am Schweinegehirne eine Beziehung der 1. Bogenwindung zum Claustrum und Linsenkern ermittelt werden kann, so kann dadurch weiterhin nachgewiesen werden, dass die Windung einerseits wirklich als Insel aufzufassen und andererseits dem Gyrus arc. I des Carnivorengehirnes gleichzustellen ist.

Fertigt man entsprechende Schnitte durch das Inselgebiet des Schweinegehirnes an, und der in Fig. 6, Taf. XVIII, abgebildete Längsschnitt durch die Hemisphäre im Bereiche der 1. Bogenwindung diene zur Veranschaulichung, so wird man finden, dass das Claustrum innerhalb der Rinde der ganzen Länge der 1. Bogenwindung entlang sich erstreckt.

Es geht daraus hervor, dass die Insel des Schweinegehirnes der 1. Bogenwindung des Carnivorengehirnes gleichzusetzen ist, und obwohl zwar ein Formenunterschied zwischen beiden zu finden ist, vermag dieser an dem Wesentlichen nichts zu ändern.

Die Feststellung der Insel des Schweinegehirnes als Gyrus arcuatus I bringt es mit sich, dass die von den Autoren beim Suidengehirne als Fissura Sylvii bezeichnete Furche nicht der Fissura Sylvii aut. des Carnivorengehirnes entsprechen kann. Die Fissura Sylvii aut. des Schweinegehirnes ist als Fissura ectosylvia anzusehen. Als eigentliche Fissura Sylvii ist jene Furche anzusehen, welche von dem Bogenstücke des Gyrus arcuatus I eingeschlossen wird und welche in den Figg. 3, 4, 5, Taf. XVIII, mit *sy* bezeichnet wurde. Diese Furche mündet in die Fissura rhinalis ein, sie ist aber, wie schon früher angegeben wurde, nicht als ein Ast derselben anzusehen, da erstere dem Pallium angehört, letztere eine Grenzfurche zwischen Pallium und Rhinencephalon darstellt.[1]

---

[1] Kükenthal und Ziehen halten die Fissura Sylvii (mihi) für einen stets sehr auffällig entwickelten Ast der Fissura rhinalis, der nichts Anderes sein solle, als die ursprüngliche Einbiegung der Fissura rhinalis posterior in den temporalen Ueberwallungswulst der Insel; sie erwähnen auch, dass dieser Ast sogar von Manchen fälschlich für die Fissura Sylvii gehalten worden ist.

Die Deutung der Fissura Sylvii aut. als Fissura ectosylvia (mit ihren Abtheilungen: Ectosylvia anterior, posterior und Ram. superior) bringt es mit sich, dass die von Flatau und Jacobsohn als Fissura ectosylvia posterior (= Fiss. postica Krueg, Fiss. obliqua mihi) bezeichnete Furche eine andere Deutung erfahren muss. Es wurde schon früher erwähnt, dass Flatau und Jacobsohn angaben, dass die den Carnivoren homologe 1. Bogenfurche (Fissura ectosylvia) beim Schweine nur wenig entwickelt sei. Die Fissura ectosylvia posterior Flatau und Jacobsohn stelle den einzig constanten hinteren Schenkel der 1. Bogenfurche dar; was den mittleren und vorderen Schenkel betreffe, so seien dieselben meistens nicht vorhanden. Man sehe nur nach vorn und oben in der Fissura Sylvii (= Fissura ectosylvia mihi) unregelmässige, kleine Eindrücke. Schon Krueg giebt an, dass die Deutung der Fissura postica (= Ectosylvia posterior Flatau und Jacobsohn) des Schweinegehirnes als eine homologe Furche des hinteren Schenkels der 1. Bogenfurche (Ectosylvia) des Carnivorengehirnes nicht sicher ist.

Die Fissura ectosylvia posterior Flatau und Jacobsohn hat mit einer Bogenfurche nichts zu thun; sie stellt eine in ihrer Form äusserst variable Furche des hinteren Schenkels des Gyrus arcuatus II dar und wird gelegentlich auch bei Carnivorengehirnen (Canis, Ursus) angetroffen. Ich habe diese Furche als Fissura obliqua bezeichnet. Als Furche des hinteren Schenkels des Gyrus arcuatus II ist sie in einfachster Form auch beim Gehirn von Hydrochoerus anzutreffen, und die Art, wie sie sich an diesem Gehirn darstellt, vermag zu zeigen, dass sie keinem Rest einer Bogenfurche entspricht.

Im Anfange meiner Untersuchungen gab ich mich auch der Meinung hin, dass die Fissura obliqua einer Fissura ectosylvia posterior entspreche, nahm aber nicht an, dass die Ectosylvia anterior fehle, sondern glaubte, die Fissura Sylvii aut. stelle letztere dar. In Folge dieser Auffassung glaubte ich am Suidengehirne eine Anordnung zu finden, wie sie beim Felidengehirne anzutreffen ist, nämlich zwei Gyri arcuati, welche durch eine Brückenwindung verbunden sind. Die in Fig. 4, Taf. XVIII, mit x bezeichnete Windung hielt ich Anfangs für die beim Felidengehirne auftretende Brückenwindung. Die weiteren Untersuchungen, aber namentlich die Befunde, dass beim Felidengehirne die Brückenwindung niemals vom hinteren Schenkel, sondern vom Scheitel oder vom vorderen Schenkel des Gyrus arcuatus I abgeht, wie auch der Befund des Gehirnes von Hydrochoerus liessen mich das Unrichtige meiner ersten Auffassung erkennen.

In Folge der Deutung der Fissura Sylvii aut. des Schweinegehirnes als eine der Fissura ectosylvia des Carnivorengehirnes homologe Furche ergiebt sich, dass die von dieser und der Fissura suprasylvia begrenzte Bogenwindung des Schweinegehirnes dem Gyrus arcuatus II des Carnivorengehirnes entsprechen muss.

Aus all dem Mitgetheilten geht sohin hervor, dass am Suidengehirne sich ein Gyrus arcuatus I und II, eine Fissura Sylvii, Fissura ectosylvia und Suprasylvia wie am Canidengehirne nachweisen lassen und dass der Gyrus arcuatus I als Inselwindung anzusehen ist; die Fissura obliqua, welche am Carnivorengehirne gelegentlich anzutreffen ist, ist am Suidengehirne eine ständige und in ihrem Aussehen sehr wechselnde Bildung.

Wenn nun auch in dem betrachteten Bezirke des Palliums des Suidengehirnes in der Hauptsache noch die gleichen Bildungen wie am Carnivorengehirne nachgewiesen werden konnten, so soll nicht unbemerkt bleiben, dass die äusseren Formverhältnisse jener Theile am Suidengehirne denn doch andere sind als am Carnivorengehirne; mit anderen Worten, dasselbe Rindengebiet erscheint umgeformt. —

In den folgenden Ausführungen soll untersucht werden, ob an den Gehirnen anderer Ungulaten sich die beim Suidengehirne angetroffenen Bildungen wieder finden lassen und ob dieselben bei jenen in derselben Weise wie bei diesem gedeutet werden können. Der Gang der Darstellung soll in der Weise erfolgen, dass die beim Suidengehirne ermittelten Befunde und festgestellte Deutung und Bezeichnung der Furchen und Windungen bei den folgenden Beschreibungen der verschiedenen Gehirne gleich Anwendung finden sollen.

Ovis aries. Ueber das Verhalten der Fissura suprasylvia, diagonalis, rhinalis und praesylvia kann, da eine eingehendere Schilderung derselben nicht Aufgabe dieser Abhandlung ist, auf die Mittheilungen Krueg's und Rogner's verwiesen werden; eine Nachuntersuchung ergab die Richtigkeit ihrer Angaben. Einiges soll aber doch Erwähnung finden; zunächst ein Seitenast der Suprasylvia, der in den Figg. 7 u. 8, Taf. XVIII, mit *rdss* bezeichnet ist und Ramus descendens fiss. suprasylviae genannt werden möge; er stelle die Grenze zwischen Suprasylvia media und posterior dar. Die Furche fehlt dem Gehirne des Schweines. Rogner fand die Furche 41 Mal unter 50 Fällen; 4 Mal stand sie in Zusammenhang mit der Fissura obliqua (postica Krueg).

Zwischen dem Ram. descendens fiss. suprasylviae und dem Ram. superior fiss. ectosylviae (= Ram. superior fiss. Sylvii aut.) findet sich nahezu constant eine längere oder kürzere, fast vertical gestellte Furche, Fissura perpendicularis (Fig. 7 *pp*), welche aber, wie Fig. 8 zeigt, auch eine andere Form aufweisen kann.

Die Suprasylvia anterior (Fig. 7 *ssa*) schlägt die Richtung gegen die Fissura diagonalis (Fig. 7 *d*) ein, welche sie aber gewöhnlich nicht erreicht; nur in wenigen Fällen verbindet sie sich mit ihr (nach Rogner ist sie 34 Mal verbunden und 7 Mal nicht verbunden). Die Fissura suprasylvia anterior *ssa* kann auch sehr kurz sein und, wie Fig. 8 zeigt, sich gabeln; der

mediale Gabelast (Fig. 8 *rmssa*) ist schwach, der laterale (Fig. 8 *rlssa*) stärker entwickelt; dieser ist es, der als die Fortsetzung der Suprasylvia anterior betrachtet werden muss, und um so mehr erscheint er als solcher wenn der mediale Gabelast gar nicht entwickelt ist. Der laterale Gabelast, der auch am Suidengehirne (Taf. XVIII, Fig. 2 *rlssa*) zur Beobachtung kam, schlägt die Richtung gegen die hintere untere Ecke, die der vordere Schenkel des Gyrus arcuatus II bildet (Figg. 7, 8), ein. Die Suprasylvia anterior kann also ein Mal (Fig. 7) die Richtung gegen die Mitte der Fissura diagonalis, das andere Mal (Fig. 8) gegen das hintere untere Ende derselben nehmen, und in letzterem Falle muss man annehmen, dass das Endstück der Suprasylvia anterior eigentlich fehle und nur ein stark entwickelter lateraler Ast sie vortäuscht. Es wäre aber auch möglich, dass das Verhalten ein solches ist, dass nicht ein Ast der Suprasylvia gegen die hintere untere Ecke des Gyrus arcuatus II hinstrebt, sondern die Suprasylvia anterior selbst von ihrem gewöhnlichen Wege abgelenkt erscheint.

Das Gehirn von Ovis besitzt auch eine Fissura suprasylvia anterior accessoria (Fig. 7 *ssac*). Die Furche wird von keinem Autor erwähnt; in einigen Fällen wird sie vermisst oder sie ist nur angedeutet. Mit der Fissura diagonalis ist sie niemals verbunden.

Die Fissura obliqua (Figg. 7, 8 *ob*) (= postica Krueg, = ectosylvia posterior Flatau und Jacobsohn) zeigt ein ungemein wechselndes Verhalten; im einfachsten Falle besteht sie aus einem annähernd sagittal verlaufenden Hauptstück, welches sich am vorderen Ende gabelt; die Gabeläste können bald stärker, bald schwächer ausgebildet sein. In dieser Anordnung verhält sich die Fiss. obliqua des Ovinengehirnes wie die des Suidengehirnes; nur in der Lagerung tritt ein bedeutender Unterschied auf; die des Suidengehirnes ist mehr vertical, die des Ovinengehirnes mehr sagittal gelagert.

Die verschiedene Lagerung ist leicht verständlich, wenn man den Typus der Windungszüge bei beiden Arten vergleicht; stellt man sich den mehr steil verlaufenden hinteren Schenkel des Gyr. arc. II des Suidengehirnes etwas liegend vor, so erhält die Fissura obliqua einen annähernd sagittal gerichteten Verlauf.

Recht häufig beobachtet man, dass die Fissura obliqua des Ovinengehirnes ganz unregelmässig ist; sie kann in Theilstücke zerfallen sein, oder es ist bald dieser, bald jener Antheil der Furche stärker entwickelt, und vergeblich erscheint es oft, all die Varianten auf den Grundtypus dieser Furche zurückzuführen zu suchen. Die Fissura obliqua kann mit der Fissura suprasylvia media oder posterior in Verbindung stehen, beide Formen sind ziemlich selten.

Fissura ectosylvia mit ihren Aesten (= Fissura Sylvii aut.) (Figg. 7, 8 *esa*, *esp*, *res*). Der Ramus superior anterior und posterior fiss. ectosylviae

sind als dem Suidengehirne homologe Furchen auf Fig. 7 leicht erkenntlich; ein Unterschied besteht insofern, als am Suidengehirne der Ramus posterior und anterior in der Tiefe versteckt lagern und ersterer sehr gering ausgebildet ist, ja sogar fehlen kann (Taf. XVIII, Fig. 5); durch die oberflächliche Lagerung dieser beiden Aeste und die bedeutende Ausbildung des Ramus posterior der Fissura ectosylvia unterscheidet sich die Fissura ectosylvia des Schafgehirnes von der des Schweinegehirnes. Der Ram. ant. ascend. fiss. ectosylviae (Fig. 8 *esas*) kann am Ovinengehirne in ähnlicher Ausbildung und Verhalten angetroffen werden, wie am Suidengehirne; er kann auch fehlen. Gelegentlich trifft man eine Verbindung der Fissura ectosylvia anterior mit der Fissura praesylvia.

Der Ram. post. fiss. ectosylviae (Figg. 7, 8 *esp*) mündet niemals in die Fissura rhinalis (post.); wenn Krueg und Rogner eine Verbindung beider Furchen angeben, so kann dies nur auf einer Verwechslung des eigentlichen Endes des Ramus posterior mit einer der Inselwindung angehörigen und in die Fissura rhinalis einmündenden Furche beruhen. Diese Furche kann oberflächlich einen Zusammenhang mit dem Ram. post. fiss. ectosylviae besitzen und daher eine Fortsetzung dieser Furche vortäuschen. Das Gleiche gilt auch für die Angabe Rogner's, dass das hintere Ende des Ramus posterior in 78 Procent der Fälle sich gabelt; der eine Gabelast ist das eigentliche Ende des Ramus posterior, der andere aber nichts Anderes als eine der Inselwindung angehörige Furche, welche nur oberflächlich mit dem Ramus posterior zusammenhängt.

Der Ram. sup. fiss. ectosylviae (Figg. 7, 8 *res*) stellt eine ziemlich tiefe Furche dar, deren oberes Ende bald nach vorn (Fig. 8), bald nach rückwärts einen Ast abgeben kann. Die Furchenwandungen sind regelmässig mit Wülsten und Rinnen versehen. Häufig genug begegnet man sowohl an der vorderen, wie hinteren Furchenwandung je einer sich mässig erhebenden Windung, welche im Furchengrunde sich verschränken oder geradezu in einander übergehen; mit anderen Worten: in der Tiefe des Ram. sup. fiss. ectosylviae kommt es zur Bildung von Tiefenwindungen, deren Entwickelung in den meisten Fällen jedoch keine bedeutende genannt werden kann.

Die Insel (Figg. 7, 8 *I, I, I*) wird erst nach Wegnahme der sie theilweise operculisirenden Nachbarwindungen vollständig sichtbar; und zwar erscheint sie, wie Fig. 8 *I* zeigt, als eine um die kurze, etwas schief liegende Fissura Sylvii (Figg. 7, 8 *sy*) herumgelegte Bogenwindung mit einem kürzeren hinteren und längeren vorderen Schenkel, die in ihrem Verhalten ganz an den Gyrus arcuatus I des Suidengehirnes erinnert. Auch die Insel des Ovinengehirnes ist sohin als ein Gyrus arcuatus I aufzufassen. Ein horizontaler Durchschnitt (Taf. XVIII, Fig. 9) zeigt, dass sie zum Claustrum die

gleichen Beziehungen aufweist, wie dies beim Gyrus arcuatus I des Suidengehirnes der Fall ist. Durch die Deutung der Insel als Gyrus arcuatus I ist die Fissura Sylvii und die Fissura ectosylvia in ihrer Bedeutung festgestellt, in Folge dessen die von der Fissura ectosylvia und suprasylvia begrenzte Bogenwindung einen Gyrus arcuatus II darstellt.[1]

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass beim Ovinengehirne sich im Grossen und Ganzen ähnliche Verhältnisse wie beim Suidengehirne nachweisen lassen. Als wesentliche Unterschiede zwischen den Gehirnen beider Arten sind hervorzuheben, dass beim Ovinengehirne ein grosser Theil (die äussere Fläche) der Insel frei zu Tage liegt und der Ram. post. fiss. ectosylviae sich bedeutender entwickelt hat. (Als eine neue Erwerbung ist das Auftreten einer aus der Fissura suprasylvia weggehenden und den hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II einschneidenden Furche [Figg. 7, 8 *rdss*], wie auch einer perpendiculären Furche [Fig. 7 *pp*] am hinteren Schenkel derselben Bogenwindung anzusehen.) Auf andere Abweichungen, die aber das typisch gleiche Verhalten der Gyri arcuatus I und II des Suiden- und Ovinengehirnes nicht störend einwirken, wird im Folgenden aufmerksam gemacht werden.

Die 1. Bogenwindung (Insel) (Figg. 7, 8) näher betrachtet, lässt erkennen, dass das vordere Bogenstück unter einem fast rechten Winkel sich in den vorderen Schenkel verlängert, der an seinem vorderen Ende in die die Fissura praesylvia (Figg. 7, 8 *ps*) begrenzende Windung übergeht. Das hintere Bogenstück geht in einen kurzen Fortsatz über, der an dem hinteren Ende des Ram. post. fiss. ectos. mit dem hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II sich verbindet; er ist, wie der Bogentheil des Gyrus arcuatus I, von einer rechtwinkligen Vortreibung des hinteren Schenkels des Gyrus arcuatus II zum grössten Theile bedeckt (Fig. 7). Der horizontal verlaufende Antheil des vorderen Schenkels zeigt zwei Flächen; eine laterale, freie, und eine obere, welche vom vorderen Schenkel des Gyrus arcuatus II zugedeckt wird.

Die obere Fläche zeigt Eindrücke und Wülstchen. Am deutlichsten ausgeprägt ist ein unmittelbar vor dem vorderen Scheitel des Bogens des

---

[1] Clark (Comparative anatomy of the insula. *Journal of Comparative Neurology.* Granville, Ohio, U. S. A., 1896. June.) versteht unter Fissura Sylvii die Fissura Sylvii aut. Die Fissura Sylvii mihi beschreibt er als Fissura transinsularis; sie bildet eine Grenze zwischen der „preinsula und postinsula“, welche Theile dem vorderen, bezw. dem hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus I entsprechen. Auffallend ist, dass Clark, welcher über die Längenausdehnung der Inselwindung zutreffend urtheilt und dieselbe auch richtig abbildet, der Meinung ist (vorausgesetzt, dass ich seine Angaben richtig verstehe), dass der Insel des Schafgehirnes ein Claustrum fehle und dass an Stelle desselben ein Bündel markhaltiger Nervenfasern in die Insel eintrete.

Gyrus arcuatus I befindliches Grübchen (Fig. 8 *fi*), das über sich die hintere untere Ecke des vorderen Schenkels des Gyrus arcuatus II liegen hat; diese Ecke trägt entweder das hintere Ende der Fissura diagonalis (Fig. 7 *d*) oder auch das vordere untere Ende der Fissura suprasylvia anterior (Fig. 8 *rlssa*), welche in ähnlicher Weise, wie es beim Suidengehirne der Fall ist, anstatt die Richtung gegen die Fissura diagonalis zu nehmen, gegen die erwähnte Ecke hinziehen kann.[1] Das Grübchen soll als Inselgrube, Fossa insularis, und der sie deckende Windungsantheil (die hintere untere Ecke des Gyrus arcuatus II) als Gyrus suprafoveolaris bezeichnet werden; die bald in der Einzahl, bald in der Zweizahl vor der Fovea insularis auftretenden Furchen sollen vordere Inselgrübchen, Sulci breves, heissen. Die Inselgrübchen sind durch kleine Wülstchen, Gyri breves, geschieden; die Fovea insularis ist hinten durch einen Wulst begrenzt, der dem vorderen Bogenstücke des Gyrus arcuatus I angehört; alle diese Wülste laufen gegen die, die obere Fläche der Insel von ihrer äusseren trennende rundliche Begrenzungskante hin, oder sie sind durch einen rundlichen Wulst unter einander in Verbindung gebracht (Fig. 8). Man könnte das Bild auch in der Weise auffassen, dass man sagt, die obere Fläche des horizontalen Stückes des vorderen Schenkels des Gyrus arcuatus I trage drei kurze, niedere, fächerförmig angeordnete Windungen, Gyri breves, die durch einen lang gezogenen Pol (Inselpol) unter einander in Verbindung gebracht sind; breite Furchen, Grübchen, trennen die einzelnen Wülstchen. Das Ganze erinnert etwas an das Verhalten der Gyri breves insulae des menschlichen Gehirnes.

Die Fissura Sylvii wird an ihrem oberen Ende von einem Antheile des Gyr. arc. II zugedeckt und es hat dann den Anschein, als sei das freie, sichtbare, in die Fissura rhinalis einmündende Stück ein Zweig des Ram. post. inf. fiss. ectosylviae ant. (bezüglich dieses sei auf die oben [S. 310] citirte Angabe Rogner's verwiesen).

Die Fissura Sylvii kann rudimentär, oft nur angedeutet (Fig. 7) sein, ja sie kann auch fehlen.

Hinter der Fissura Sylvii ist oft noch eine Furche (Fig. 7) wahrzunehmen, die eine verschiedene Ausbildung besitzen kann; in Fig. 7 sollte sie angedeutet sein. Die Furche kann in die Fissura rhinalis einmünden und darf dann nicht mit der Fissura Sylvii verwechselt werden. Sie wurde von Rogner als Ast des Ram. post. fiss. ectosylviae (= Ram. post. inf. fiss. Sylvii aut.) beschrieben. Mitunter kann diese Furche die ganze Höhe des hinteren Schenkels des Gyrus arcuatus I durchsetzen, so dass eine Abtrennung derselben von der Nachbarwindung entsteht.

---

[1] Vgl. das über die Fissura suprasylvia anterior auf S. 309 Mitgetheilte.

Capra hircus. Das Gehirn der Ziege verhält sich fast ganz gleich dem des Schafes. Die Fissura suprasylvia anterior verhält sich in ihrem vorderen Ende beiläufig wie Fig. 7, Taf. XVIII, zeigt; sie zieht nämlich nicht zur Diagonalis hin, sondern endet früher und gabelt sich. Während beim Schafgehirne nur ihr lateraler Gabelast (Taf. XVIII, Fig. 8 *rlss*) gut entwickelt ist und als Fortsetzung des Stammes der Suprasylvia anterior erscheint, ist beim Gehirne der Ziege auch der mediale Gabelast gut entwickelt.

Die Furchenwandungen des Ram. sup. fiss. ectosylviae tragen je eine Windung, welche am Furchengrund fast in einander übergehen. Der von der hinteren Furchenwandung ausgehende Schenkel dieser unvollkommenen Tiefenwindung drückt das vordere Bogenstück des Gyrus arcuatus I tief ein, so dass eine hinter der Fovea insularis posterior gelegene breite Furche (Fovea insularis posterior accessoria) gebildet wird. Das Bogenstück des Gyrus arcuatus I (Insel) ist schief nach hinten gelagert, ebenso die Fissura Sylvii, und beide fast ganz operculisirt.

Antilopinae. Antilope Soemmeringi (Strepsiceros Kudu). Das Gehirn weist das typische Verhalten, wie es das Ovinengehirn zeigt, auf. Das Bogenstück des Gyrus arcuatus I (Insel) ist stark schief gelagert und ganz operculisirt; die Fissura Sylvii ist eine schiefe, kurze, die Fissura rhinalis erreichende Spalte. Die Windungswülste der Furchenwandung des Ram. sup. fiss. ectosylviae sind gut entwickelt; die Windung der hinteren Wandung drückt das vordere Bogenstück des Gyrus arcuatus I stark ein (Fovea insularis posterior accessoria).

An der rechten Hemisphäre ist die Fissura diagonalis durch eine oberflächlich gelegene Brückenwindung zweigetheilt; in das laterale Stück geht die Suprasylvia anterior continuirlich über. An der linken Hemisphäre ist der in den hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II einschneidende Ast der Suprasylvia so mächtig entwickelt, dass er bis nahe an den Ram. post. fiss. ectosylviae heranreicht.

Das Gehirn einer anderen, nicht näher bestimmbaren Antilope zeigt hinsichtlich des Gyrus arcuatus I und II gleiche Verhältnisse; auch die Furchenanordnungen sind die gleichen wie bei Antilope Soemmeringii, aber das ganze Gehirn macht in dem Aussehen der Furchen und Windungen einen recht einfachen Eindruck.

Cervus capreolus. Beim Rehgehirne (Taf. XVIII, Figg. 10, 11) zeigt das zu betrachtende Rindengebiet recht einfache Verhältnisse; die theilweise bedeutende Aehnlichkeit der Formverhältnisse mit denen des Schweine- oder Schafgehirnes ist hervorzuheben.

Ueber die Fissura suprasylvia, diagonalis, ectosylvia posterior ist nicht viel zu sagen; ein Blick auf die Fig. 10 lehrt, dass einfache Verhältnisse

bestehen, wie sie bei den früher beschriebenen Gehirnformen bereits kennen gelernt wurden. Erwähnt mag werden, dass die Suprasylvia anterior in die Fissura diagonalis einmünden (Fig. 11) oder von ihr durch eine Brückenwindung geschieden sein kann (Fig. 10). Wenn die Suprasylvia anterior ausser Beziehung zur Diagonalis steht, so kann sie einen ähnlichen Verlauf nehmen, wie dies die Fig. 2, Taf. XVIII, des Gehirnes des Schweines zeigt; nur reicht die Fissur beim Rehgehirne noch weiter herab, als es beim Gehirne des Schweines der Fall ist; unter 10 Gehirnen wird 2 Mal ein solches Verhalten angetroffen. Nebenbei soll aufmerksam gemacht werden, dass die Suprasylvia anterior einen Zweig gegen die Fissura coronaria hin entsendet, der in letztere einmünden kann, so dass die Fissura coronaria als eigentliche Fortsetzung der Suprasylvia auftritt (Fig. 10), während die Suprasylvia anterior als ein Seitenast erscheint; unter 10 Hemisphären ist dies 8 Mal der Fall. Da diese Beziehung der Suprasylvia zur Coronaria nicht in den abzuhandelnden Gegenstand gehört, so soll auch eine weitere Erörterung nicht stattfinden. Eine Suprasylvia anterior accessoria fehlt; in 3 Fällen ist eine leichte Andeutung von ihr vorhanden (Fig. 11).

Die Fissura ectosylvia (= Fissura Sylvii aut.) (Fig. 7 *esa*, *esp*, *rses*) mit ihren Aesten zeigt das bekannte Verhalten. Das hintere untere Ende des Ramus posterior (Fig. 10 *esp*) ist derart operculisirt, dass es den Eindruck macht, als übergehe der genannte Ast in die Fissura rhinalis (*rh*). Eine vergleichende Betrachtung der Figg. 10 und 11 zeigt das wahre Verhalten. Der Ramus anterior (Figg. 10, 11 *esa*) geht in den Ramus anterior ascendens (Figg. 10, 11 *esas*) über, und an der Stelle des Ueberganges kann eine Verbindung mit der Fissura praesylvia hergestellt sein (Fig. 10); unter 10 Fällen 4 Mal. Die Tiefe des Ramus superior (Fig. 11 *rses*) zeigt die bekannten Tiefenwindungen.

Die Inselwindung (Gyrus arcuatus I) wird nach Wegnahme des sie theilweise operculisirenden Rindengebietes vollkommen sichtbar (Fig. 11 *I*, *I*). Die Fissura Sylvii ist als eine enge Spalte wahrzunehmen (Fig. 11 *sy*); die um sie herumgelegten Windungsabschnitte der Insel lassen wohl nur mehr schwer, aber dennoch die Anordnung eines Bogens erkennen; und namentlich auf Grund einer vergleichenden Betrachtung des Rehgehirnes mit den früher abgehandelten Gehirnen lässt sich leicht ein vorderer, kürzerer, und ein hinterer, längerer Schenkel des Gyrus arcuatus I, der die gleichen Beziehungen wie an den anderen Gehirnen darbietet, nachweisen.

Die beim Gehirne des Schweines so auffällige 1. Bogenwindung ist also beim Gehirne des Rehes nicht mehr in derselben Gestaltung vorhanden.

Das in Fig. 11 abgebildete Rehgehirn zeigt, wie erwähnt wurde, deutlich eine Fissura Sylvii; an anderen Rehgehirnen ist dieselbe aber viel schwächer ausgebildet, nur mehr als eine leichte Rinne erkenntlich, und in

3 Fällen ist sie überhaupt nicht mehr nachweisbar. Es kann also bereits beim Rehgehirne dahin kommen, dass die Fissura Sylvii vollständig geschwunden ist, und in diesen Fällen hätte man eigentlich nicht mehr das Recht, von einem Gyrus arcuatus I zu sprechen, obwohl die ganze Windung einem solchen vollkommen homolog ist.

Die obere, operculisirte Fläche der Insel (Fig. 11 *I*, *I*) des Rehgehirnes zeigt in ähnlicher Weise breite Furchen (Grübchen) und Wülstchen (Sulci und Gyri breves), welch letztere gegen einen breiten Inselpol, besser gesagt, gegen eine breite Inselkante auslaufen, wie dies schon beim Schafgehirne beobachtet wurde und auch an dem später zu beschreibenden Gehirne der Gemse zu ersehen ist; auch die topographischen Beziehungen der Insel zu den Nachbargebilden sind dieselben.

Rupicapra rupicapra. Das Gehirn der Gemse (Taf. XVIII, Fig. 12) schliesst sich in den Formverhältnissen des zu betrachtenden Abschnittes der Hemisphäre in der Hauptsache den bisher betrachteten Gehirnformen an, wobei besonders hervorzuheben ist, dass die Insel noch deutlich den Typus einer Bogenwindung aufweist.

Wenn auch aus einem Vergleiche des Gehirnes der Gemse mit dem des Schafes (Taf. XVIII, Fig. 7) hervorgeht, dass beide Gehirne in dem abzuhandelnden Gebiete einen gemeinsamen Typus nachweisen lassen, so zeigt sich bei eingehenderer Betrachtung doch, dass das Gehirn der Gemse in den Einzelheiten schon complicirtere Verhältnisse darbietet; die Furchen und damit einhergehend die Windungen sind nicht mehr so einfach geformt, wie die gleichen des Schafgehirnes.

Die Fissura obliqua (Fig. 12 *ob*) ist meist reichlich mit Nebenfurchen versehen, welch letztere durch ihre stärkere Entwickelung manchmal bedingen können, dass die Hauptfurche mit ihrem typischen, annähernd sagittal gerichteten Verlaufe schwieriger erkannt wird; in Fig. 12 ist der Stamm der Furche noch deutlich erkennbar. Durch oberflächlich gewordene Tiefenwindungen kann die Fissura obliqua in Theilstücke zerlegt sein. Unter 4 Gehirnen finde ich, dass an einem und demselben Gehirne, und zwar rechts, der vordere Antheil der Fissura obliqua continuirlich in die Fissura perpendicularis posterior übergeht, während linkerseits derselbe Antheil von der Fissura obliqua losgelöst ist und nur mit dem Seitenast (Fig. 12 *rdss*) der Fissura suprasylvia in unmittelbarem Zusammenhange ist.

Die Fissura suprasylvia anterior und die Fissura diagonalis können ein recht einfaches Verhalten, wie es die Fig. 12 zeigt, aufweisen; erstere kann in die letztere einmünden oder auch nicht, und ihre Fortsetzung in eine Suprasylvia accessoria finden. Diese letztere kann aber auch ganz selbstständig sein, wobei sie meist rudimentär ist, oder sie kann auch ganz fehlen (Fig. 12). Die Fissura diagonalis in ihrem so einfachen typischen

Verhalten wird unter 8 Hemisphären nur 3 Mal angetroffen; in den übrigen Fällen ist ihr Verhalten nicht mehr so einfach, bedingt dadurch, dass sie Seitenäste von mehr oder minder stärkerer Entwickelung entsendet. Im einfachsten Falle gabelt sich ihr mediales und laterales Ende. Der eine oder andere Seitenast kann ganz selbstständig werden, und wahrscheinlich ist die in Fig. 12 unter dem lateralen Ende der Fissura diagonalis liegende, halbmondförmige Furche, wie sich aus einer vergleichenden Betrachtung ergiebt, der Fissura diagonalis zugehörig. Die Fissura diagonalis kann auch in Theilstücke zersprengt sein (1 Mal in 8 Fällen) und es muss die Frage offen bleiben, ob kleinere, in der Nähe unter der Fissura diagonalis liegende Furchen nicht vielleicht als neue Bildungen anzusehen sind.

Im Wurzelstücke des vorderen Schenkels des Gyrus arcuatus II findet sich eine nahezu vertical gestellte Furche (Fig. 12 *rlssa*) vor, welche in allen Fällen nachweisbar ist; sie ist wohl als keine neue Bildung, sondern als ein selbstständig gewordener Ram. lat. fiss. suprasylviae ant. anzusehen, da sie in einem Falle durch eine seichte Rinne mit der Suprasylvia anterior zusammenhing und andererseits ihre Topographie mit dem Ram. lat. suprasylvia ant. anderer Gehirne übereinstimmt. Dieser Ram. lat. ist aber beim Gehirne der Gemse bedeutend stärker entwickelt als an anderen Gehirnen.

Die Fissura ectosylvia mit ihren Aesten (Fig. 12 *esa*, *esp*, *rses*) (= Fissura Sylvii aut.) ist stets sehr kräftig ausgeprägt. Das vordere Ende des Ramus anterior (Ectosylvia anterior) läuft in 8 Fällen 5 Mal in zwei Aeste aus, welche von unten her in den vorderen Schenkel des Gyrus arcuatus II einschneiden. Bald ist der eine, bald der andere stärker entwickelt, so dass bald der vordere, bald der hintere als Fortsetzung des Stammes erscheint. Es kann aber auch sowohl der eine, wie der andere Ast durch eine Brückenwindung vom Ram. ant. fiss. ectosylviae geschieden sein, so dass letztere nur in einen aufsteigenden Ast ausläuft (3 Mal in 8 Fällen), wie dies die Fig. 12 zeigt. Ein Vergleich des abgebildeten Gehirnes mit den anderen Fällen ergiebt, dass die vorläufig mit *psac* (Sulcus praesylvius accessorius) bezeichnete, selbstständige, kleine Furche höchst wahrscheinlich eigentlich den vorderen Gabelast, und die als Fortsetzung des Stammes erscheinende Furche (*esas*) den hinteren, sehr stark entwickelten Gabelast des Ram. ant. fiss. ectosylviae darstellt. Der Sulcus praesylvius accessorius wird auch an anderen Gehirnen, z. B. dem des Rennthieres, des Pferdes, des Kalbes u. s. w. angetroffen, und es kann nicht mit Sicherheit geurtheilt werden, ob er bei diesen dieselbe Bedeutung wie bei dem Gehirne der Gemse besitzt.

Noch soll erwähnt werden, dass der Ram. ant. fiss. ectosylv. auf seinem Zuge gelegentlich kleine Ausläufer entsendet, welche den vorderen Schenkel des Gyrus arcuatus II (Operculum) einkerben.

Ueber den Ram. post. fiss. ectosylviae ist nicht viel zu erwähnen. Die dem Gyrus arcuatus I angehörende Fissura Sylvii (Fig. 12 *sy*) kann nur bei oberflächlicher Betrachtung als ein Zweig des Ram. post. fiss. ectosylviae erscheinen; hebt man die das obere Ende der Fissura Sylvii operculisirende Windung empor, gewahrt man gleich, dass sie kein Ast des Ramus posterior ist.

Der Ram. sup. fiss. ectosylviae (Fig. 12 *rses*) ist lang und steil gerichtet; jede seiner Furchenwandungen trägt eine Windung (Fig. 12 *ta*, *tp*), welche gegen den Furchengrund gerichtet ist; hier verschränken sich beide oder beginnen sogar in einander überzugehen. Die Furchen, welche die Windungen von der übrigen Furchenwand abgrenzen, können sich oberflächlich bemerkbar machen und erscheinen dann als kleine Ausläufer des Ram. sup. fiss. ectosylviae (Fig. 12).

Die Insel (Fig. 12 *I*, *I*) liegt mit ihrer äusseren Fläche ganz frei da; ihr vorderes längeres Ende übergeht fast regelmässig in die die Fissura praesylvia begrenzenden Windungen; durch eine auftretende Furche kann die Verbindung mit der medialen Windung abgeschnitten sein. Die sichtbare Oberfläche der Insel ist mit Kerben versehen. Nur eine stark ausgeprägte, die Insel tief einschneidende und in die Fissura rhinalis einmündende Furche ist vorhanden, und diese ist als Fissura Sylvii anzusehen. Vollständig (also auch ihre obere Fläche) kommt die Insel zur Ansicht, wenn die sie operculisirenden Windungen entfernt werden. Es zeigt sich dann, dass die Insel in der bekannten typischen Weise als Bogenwindung, als Gyrus arcuatus I sich darstellt. Derselbe weist zum Claustrum dieselben Beziehungen auf, wie dies am Suidengehirne z. B. der Fall ist.

Die obere Fläche des vorderen Schenkels des Gyrus arcuatus I ist mit Grübchen und Wülsten versehen; sie sind meist stärker ausgeprägt, als dies am Gehirne des Schafes und der Antilope der Fall ist; im Uebrigen aber ist derselbe Typus nachzuweisen, wie er an dem betreffenden Orte geschildert wurde. Die Fig. 12 lässt zwei wohl ausgeprägte Grübchen (breite Furchen) erkennen, und zwar eine vorderes und eine hinteres; das vordere Grübchen (Fovea insularis) (Fig. 12 *fi*) beherbergt die „Ecke“ (Gyrus suprafoveolaris) des vorderen Schenkels des Gyrus arcuatus II, das hintere den Anfang der Tiefenwindung (Fig. 12 *tp*) der hinteren Furchenwandung des Ram. sup. fiss. ectosylviae. Die Wülstchen (Gyri breves) fliessen wie am Schafgehirne in einem breiten Pol zusammen.

Aus den über das Gemsengehirn mitgetheilten Befunden geht hervor, dass dasselbe einen Gyrus arcuatus I und II, eine Fissura suprasylvia, ectosylvia ant. et post., Fissura Sylvii u. s. w., kurz jene typische Anordnung der einzelnen Theile aufweist, wie sie bei den früher betrachteten Gehirnen sich zeigte.

Cervus elaphus. Das langgestreckte Gehirn des Hirsches zeigt in der Hauptsache denselben Typus der äusseren Form des abzuhandelnden Rindengebietes, wie die bisher betrachteten Gehirne. Furchen und Windungen sind auffällig kräftig gebildet; die Furchen zeigen aber nicht einen so einfachen Bau, wie z. B. die des Rehgehirnes. Die Fissura diagonalis, obliqua sind reichlich mit Seitenästen versehen, und es kann über die Variationen fast dasselbe ausgesagt werden, was über die gleichen Furchen beim Gehirne der Gemse mitgetheilt wurde. Auch die Fissura ectosylvia mit ihren Aesten zeigt so ziemlich das gleiche Verhalten, wie dies am eben erwähnten Gehirne der Fall ist. Die Tiefenwindungen der Furchenwandungen des Ram. sup. fiss. ectosylviae sind mächtig ausgebildet, und es kann am Furchengrund zu einer Verbindung beider gelangen, so dass also in dem Ram. sup. fiss. ectosylviae eine Brückenwindung in der Tiefe verborgen liegt. Die Inselwindung weist noch die Andeutung einer Fissura Sylvii auf; im Grossen und Ganzen hat sie das Aussehen der in Taf. XVIII, Fig. 13, und Fig. 14, abgebildeten Inselwindung von Cervus tarandus, und es soll daher auf die Beschreibung dieses Gehirnes verwiesen werden.[1]

Eine auffällige Bildung, die ich an einem Gehirne fand, soll besondere Erwähnung finden. In einem Falle war die Fissura coronaria mit der Fissura praesylvia im continuirlichen Zusammenhange; bei näherer Untersuchung ergab sich, dass die Windung, die normaler Weise die Fissura praesylvia von der Fissura coronaria (eigentlich vom vorderen lateralen Gabelaste derselben) trennt, in die Tiefe gesunken war, daher in der Tiefe Fissura coronaria und Fiss. praesylvia dennoch von einander getrennt waren.

Cervus tarandus. Das Gehirn von Cervus tarandus (Taf. XVIII, Figg. 13 u. 14) zeigt die grösste Formähnlichkeit mit dem des Hirsches; der ganze Bau ist aber einfacher. Besonders hervorzuheben ist eine bogenförmige Tiefenwindung (Gyrus suprainsularis) des Ram. sup. fiss. ectosylviae, die Fig. 14 *Gsi* zeigt deren mächtige Ausbildung; an der rechten Hemisphäre (Fig. 13 *ta*, *tp*) ist sie theilweise an die Oberfläche gerückt, und es kann gesehen werden, wie sie durch eine Verbindung je einer der vorderen und hinteren Furchenwandung des Ram. sup. fiss. ectosylviae angehörigen Tiefenwindung (*ta*, *tp*) entstanden ist. Der hintere Schenkel *tp* überlagert theilweise die Insel.

Durch das Emporrücken des Gyrus suprainsularis in den Ram. sup. fiss. ectosylviae ist es dahin gekommen, dass der Ram. sup. fiss. ectosylviae (Fig. 13 *rses*) ausser Verbindung mit dem Ram. ant. und post. fiss. ecto-

[1] Clark's (a. a. O.) Abbildung der Inselwindung des Dammhirsches (Cariacus virg.) stimmt, was ihre Längenausdehnung und näheren Formverhältnisse anbelangt, mit der Inselwindung des Hirsches überein.

sylviae (Fig. 13 *esa*, *esp*) gebracht wurde und eigentlich einen Theil der Grenzfurchen (Fig. 14 *sit*) der Tiefenwindung darstellt. Der Ram. ant. und der Ram. post. fiss. ectosylviae erscheinen als eine continuirliche Furche (Fig. 14 *esa*, *esp*). Bezüglich des vorderen Endes des Ramus anterior (Figg. 13, 14 *esas*) kann auf das beim Gehirne der Gemse Gesagte verwiesen werden.

Die Inselwindung (Figg. 13, 14 *I*, *I*) zeigt die Fissura Sylvii (Figg. 13, 14 *sy*) und einen hinter dieser liegenden kurzen Antheil (hinterer Schenkel des Gyrus arcuatus I) und einen längeren vorderen (vorderer Schenkel des Gyrus arcuatus I), ein Verhalten, wie dies beim Rehgehirne beobachtet wurde. Der Charakter einer Bogenwindung ist verloren gegangen. Der vordere Inselantheil zeigt sich mit Furchen, Grübchen und Windungen versehen. Unmittelbar vor der Fissura Sylvii (Fig. 14 *sy*) liegen zwei Furchen, wovon die hintere fast bis in die Fissura rhinalis einschneidet und mit der Fissura Sylvii leicht verwechselt werden könnte; die vordere Furche ist schwach ausgebildet. Vor dieser liegt auf der oberen Inselfläche ein breites, mässig ausgehöhltes Grübchen (Fovea insularis) (Fig. 14 *fi*), welches von je einem gut ausgeprägten rundlichen Wülstchen begrenzt ist; diese vereinigen sich zu einem breiten Pole. Vor dem Grübchen ist noch eine Furche anzutreffen. Fasst man das ganze System der Furchen und Wülstchen zusammen, so erscheint die obere Fläche der Inselwindung mit einer ganzen Reihe von secundären Windungszügen besetzt, welche durch verschieden geformte Furchen von einander mehr oder minder vollständig abgegrenzt sind; das Bild erinnert an die Gyri und Sulci breves der menschlichen Insel. In die Grube senkt sich jener Theil des Gyrus arcuatus II hinein (Gyrus suprafoveolaris), der das untere Ende der Fissura suprasylvia anterior (Figg. 13, 14 *rlssa*) trägt. Der den vorderen Antheil der Insel operculisirende Theil des vorderen Schenkels des Gyrus arcuatus II zeigt Windungen, welche mit denen auf dem entsprechenden Theil der oberen Fläche der Insel vorhandenen sich verschränken.

Bos taurus. Es wurden 9 Kalbsgehirne untersucht. Die an den bisher betrachteten Gehirnen beobachteten Bildungen sind auch am Gehirne des Kalbes nachweisbar; doch finden sich noch ganz besonders zu berücksichtigende Eigenthümlichkeiten vor, welche an verschiedenen Gehirnen sich nicht immer in gleicher Weise der Beobachtung darbieten.

Bei einer aufmerksameren Betrachtung der Oberflächenbilder, die die verschiedenen Gehirne zeigen, findet man, dass sich mindestens zwei Typen in der Bildung des zu betrachtenden Rindengebietes nachweisen lassen. Der eine Typus α ist in der Fig. 15, Taf. XIX, der andere Typus β in der Fig. 17, Taf. XIX, wiedergegeben; zwischen beiden Typen finden sich allmähliche Uebergänge vor.

Die Fig. 15 lässt unschwer Formverhältnisse erkennen, wie sie bisher schon zur Beobachtung gelangten; zunächst die Fissura suprasylvia mit ihren Theilstücken, der Suprasylvia posterior, media und anterior. Die Suprasylvia anterior geht in die Diagonalis über und mittels dieser in die Suprasylvia anterior accessoria. Die Fissura diagonalis (Fig. 15 *dm*, *dl*) scheint ganz verzogen, der Art, dass ihr medialer und lateraler Antheil als Aeste der nach vorn strebenden Suprasylvia anterior (Fig. 15 *ssa*) erscheinen. Die Fissura obliqua (= Fissura ectosylvia posterior Martin[1]) (Fig. 15 *ob*) zeigt annähernd das typische Verhalten; jedoch gehen von ihr viele Nebenfurchen ab, von denen eine in die Suprasylvia posterior einschneidet; hinter ihr liegen einzelne selbstständig gewordene Furchungsstücke. Die Fissura perpendicularis (Fig. 15 *pp*) erscheint ganz unregelmässig. Zwei Mal fand ich, dass die Fissura praesylvia mit der Fissura coronaria zusammenhing, ein Befund, wie er beim Hirschgehirne angetroffen wurde. Die Verbindung beider Furchen ist wie beim Hirschgehirne nur eine oberflächliche, entstanden dadurch, dass die sie sonst trennende Windung in die Tiefe versenkt wurde.

Die Fissura ectosylvia (= Fissura Sylvii aut.) zeigt ihre drei bekannten Aeste (Fig. 15 *esa*, *esp*, *rses*); der Ramus anterior (*esa*) giebt den Ramus anterior ascendens (Fig. 15 *esas*) ab und übergeht nach Abgabe dieses Astes in die Fissura praesylvia (Fig. 15 *ps*). Unterhalb der Fissura ectosylvia anterior und posterior liegt die Inselwindung. Die kurze Skizzirung des Befundes ergiebt, dass in der Bildung des Rindenabschnittes dieses Kalbsgehirnes, verglichen mit der der bisher betrachteten Gehirne, in der Hauptsache Uebereinstimmung herrscht.

Die in Fig. 17 abgebildete Hemisphäre zeigt, abgesehen von kleineren Variationen, wie z. B. der Verbindung der Fissura obliqua (Fig. 17 *ob*) mit der Fissura perpendicularis, die vollständige Trennung der Diagonalis in zwei Antheile (*dm*, *dl*) u. s. w. Ein wesentlicher Unterschied besteht in der Bildung des beim Ram. sup. fiss. ectosylviae gelegenen Rindengebietes. Die den Ramus superior begrenzenden Windungen erscheinen aus einander gedrängt, und zwischen sie eingeschoben eine steile, bogenförmige Windung, Pyrus suprainsularis (Fig. 17 *Gsi*), welche der Inselwindung anzugehören scheint; ja es macht den Eindruck, als trete die Insel wieder in Form einer ausgesprochenen Bogenwindung auf. In der That wurde von mehreren Autoren diese steile Bogenwindung geradezu als Insel bezeichnet. Von den Autoren, die eine solche Angabe machten, wurde aber nicht berücksichtigt, dass nicht alle Kalbsgehirne (s. Fig. 15) die Windung zeigen und dass innerhalb der Rinde derselben kein Claustrum anzutreffen ist.

[1] Zur Entwickelung der Gehirnfurchen bei Katze und Rind. *Archiv für wissenschaftliche und praktische Thierheilkunde.* Berlin 1895. Bd. XXI.

Drängt man jedoch die Wandungen des Ram. sup. fiss. ectosylviae des in Fig. 15 abgebildeten Gehirnes aus einander, so sieht man in der Tiefe eine steile, bogenförmige Windung liegen, wie dies z. B. an der in Taf. XIX, Fig. 16 *Gsi*, *ta*, *tp* abgebildeten Hemisphäre eines anderen Kalbsgehirnes zu ersehen ist.

Die Untersuchung einer Reihe von Hemisphären ergab das allmähliche Emporwachsen und eine damit einhergehende mächtigere Entfaltung der im Ram. sup. fiss. ectosylviae verborgenen Tiefenwindung bis zu dem Grade, wie dies die Fig. 16 zeigt. Schon bei den früher betrachteten Gehirnen wurde auf das Vorhandensein von Tiefenwindungen in dem Ram. sup. fiss. ectosylviae aufmerksam gemacht, und es sei auf die mächtige Ausbildung derselben bei einem Hirschgehirne und beim Gehirne des Rennthieres hier nochmals verwiesen.

Die im Ram. sup. fiss. ectosylviae verborgene Tiefenwindung zeigt nicht immer den bogenförmigen Typus, es lässt sich aber ihre Bildung allmählich verfolgen. Die Fig. 18, Taf. XIX, zeigt den Ramus superior der Fissura ectosylvia klaffend dargestellt und die in der Tiefe verborgenen Tiefenwindungen *ts*, *ta*, *tp*. Die obere Furchenwand zeigt in ihrem oberen Antheile eine nach hinten abwärts strebende Windung *ts*, im unteren Antheile eine kurze Windung *ta*. Die hintere Furchenwandung weist eine mächtig ausgebildete Windung *tp* auf, welche, über der Inselwindung gelegen und durch eine Furche von ihr getrennt, nach vorn aufwärts zieht, um dort, wo die höchste Erhebung der Inselwindung sich vorfindet, zu enden. In Fig. 19, Taf. XIX, ist die von der hinteren Furchenwand abgehende Tiefenwindung *tp* wieder zu erkennen, aber auch wahrzunehmen, wie ihr Ende mit dem höchsten Erhebungsantheile der Inselwindung (*I*, *I*) im Zusammenhange (Fig. 19×) ist, und zwar der Art, dass die Grundlage für eine Bogenwindung gegeben ist. Der eine Schenkel des Bogens hängt mit der hinteren Furchenwand des Ram. sup. fiss. ectosylviae, der andere mit der Insel windung zusammen. Durch allmähliches Emporwachsen dieser neugebildeten Bogenwindung entsteht das in Fig. 16 und endlich das in Fig. 17 abgebildete Verhalten.

Durch das Auftreten dieser als Gyrus suprainsularis (*Gsi*) zu bezeichnenden Windung ist das Furchungsbild des betreffenden Rindenbezirkes ein ganz anderes geworden, wie dies aus einem Vergleiche der Figg. 15 und 17 hervorgeht.

Die neuen Verhältnisse, welche die Fig. 17 zu erkennen giebt, bestehen darin, dass der Ram. sup. fiss. ectosylviae bald unterhalb seiner Spitze in zwei Schenkel übergeht (Fig. 17 *sit*), wobei der hintere zwischen dem hinteren Schenkel des Gyrus suprainsularis und dem hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II absteigt und fälschlich für den Ram. post. fiss. ectosylviae

gehalten werden könnte. Der vordere Schenkel geht in den Ram. ant. fiss. ectosylviae über. Beide Furchen sind als Grenzfurchen des Gyrus suprainsularis anzusehen. Der Gyrus suprainsularis (Fig. 17 *Gsi*) selbst trägt eine verticale Furche, eine ursprüngliche Tiefenfurche, welche sich bei mächtiger Ausbildung am unteren Ende in einen vorderen und hinteren Schenkel spaltet; alle drei Schenkel zusammengenommen erinnern an die Fiss. ectos. mit ihren Aesten, dürfen aber mit dieser nicht verwechselt werden.

Die Inselwindung zeigt zweierlei Typen, entweder hat sie eine Verbindung mit dem Gyrus suprainsularis (Taf. XIX, Fig. 19) oder nicht (Fig. 18); von dieser Variation abgesehen verhalten sich die äusseren Formverhältnisse der Inselwindung an allen Gehirnen in der Hauptsache in annähernd gleicher Weise. Das hintere Ende geht in den hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II über; das vordere Ende verhält sich verschieden, wie dies die Figg. 15 bis 19 zeigen.

Die fast immer ganz oder theilweise operculisirte Fiss. Sylvii (Fig. 17 *sy*) ist eine in manchen Fällen undeutlich ausgeprägte Furche, und da in ihrer Nähe die Inselwindung oft ähnliche Furchenbildungen aufweist, so kann sie von diesen nur durch die vergleichende Betrachtung der verschiedenen Gehirne unterschieden werden. Um die Fissura Sylvii zu finden und nicht mit einer anderen Fissur zu verwechseln, muss für die Untersuchung die Insel in ihrer ganzen Ausdehnung vorliegen.

Eine Eigenthümlichkeit der Insel des Kalbsgehirnes ist ihre reiche Furchung (Fig. 19); sie ist reicher als an dem Gehirne der Cerviden. Wohl ausgeprägte Furchen finden sich nicht nur an der frei zu Tage liegenden, sondern auch an der operculisirten Oberfläche der Insel; die letzteren sind auch zahlreicher als die ersteren. Den Sulci und den Gyri breves der oberen Fläche der Insel entsprechen ebensolche an dem Operculum, und in der Tiefe des Ramus anterior der Fissura ectosylvia findet man häufig einen directen Uebergang der Gyri und Sulci (Fig. 19). Gewöhnlich in jenen Fällen, wo kein ausgebildeter Gyrus suprainsularis vorhanden ist (Taf. XIX, Figg. 18, 19, 20), ist der Antheil der Insel, der gerade unter den in dem Ram. sup. fiss. ectosylviae sich vorfindlichen Tiefenwindungen liegt, zu einem pyramidenförmigen oder zapfenartigen Wulste ausgebildet (Fig. 18), der in der Tiefe der Fissura ectosylvia verborgen bleiben (Figg. 15, 18), sich aber auch an die Oberfläche hervordrängen kann (Fig. 20). Dieser Antheil zeigt regelmässig eine annähernd verticale Furche (keine Fissura Sylvii), welche in die Fissura rhinalis einmündet.[1] Die ganze Bildung (Fig. 20) erinnert

[1] Turner (The convolutions of the brain. *Journ. anat. and physiol.* Vol. XXV.) bildet den zapfenartigen Wulst mit der verticalen Furche in seiner Fig. 26 ab und deutet die Furche als Fissura Sylvii. Clark (a. a. O.) heisst dieselbe Furche (Figg. 26 u. 27) Fissura transinsularis; unter Fissura Sylvii versteht Clark die Fissura Sylvii aut.

an das Aussehen des Gyrus suprainsularis (Fig. 17) und darf mit diesem nicht verwechselt werden. Die zapfenförmige Erhebung der Insel gehört der Insel an, während der Gyrus suprainsularis aus einer Tiefenwindung hervorgegangen ist.

Dass die Inselwindung ihrer ganzen Länge nach das Claustrum innen anliegen hat, braucht nicht erst besonders hervorgehoben zu werden; der Gyrus suprainsularis hat wegen seiner mangelnden Beziehung zum Claustrum mit der Insel nichts zu thun, er ist ja, wie soeben bemerkt wurde, nichts Anderes als eine an die Oberfläche emporgerückte Tiefenwindung des Ramus superior der Fissura ectosylvia. Die Inselwindung des Kalbsgehirnes hat den Charakter einer Bogenwindung verloren, weist aber noch immer dieselben Beziehungen wie ein Gyrus arcuatus I auf, dem sie vollständig homolog ist.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass das Kalbsgehirn im Wesentlichen dieselben Bildungen und Verhältnisse aufweist, wie sie an den früher betrachteten Gehirnen zur Beobachtung gelangten. Als neue Erwerbung ist an einer Reihe von Kalbsgehirnen die Bildung des Gyrus suprainsularis zu betrachten, welcher aber noch an vielen Gehirnen in der Tiefe verborgen bleiben kann.

Durch die mächtige Ausbildung der einzelnen Furchen und Windungen am vorderen und hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II erscheinen beide als ziemlich ansehnliche Lappen (Lobus anterior und posterior) der Hemisphäre, welche durch eine relativ schmale Brücke oberhalb des oberen Endes des Ram. sup. fiss. ectosylviae (Figg. 15, 16, 18, 20 *rses*) oder des Sulcus terminalis suprainsularis (Fig. 17 *sit*) zusammenhängen. Man könnte jetzt ganz gut den Lob. posterior in der Weise beschreiben, dass man sagt, derselbe bestehe aus einer oberen und einer unteren Windung (Fig. 15), oder aus einer vorderen und hinteren schief gelegenen Windung (Fig. 17), welche an ihren Enden zusammenfliessen und die Fissura obliqua einschliessen. Die untere (vordere) Windung des Lob. posterior bildet stets eine auffallende Ecke, welche die Insel (Fig. 18) oder den hinteren Antheil des Gyrus suprainsularis (Fig. 17) eindrückt.

Auch der vordere Lappen kann mit Rücksicht auf seine Furchen und Windungen in eigener Weise betrachtet werden. Durch die mächtige Ausbildung des Ram. ant. asc. (*esas*) zur Fiss. ectosylviae ant. (*esa*) kann das vor ihm gelegene Windungsstück des Lob. anterior eine grössere Selbstständigkeit gewinnen (Figg. 15, 17, 18, 19, 20). Der Lob. anterior kann eine recht verschiedene Gestaltung annehmen, welche durch das so variirende Verhalten der Fissura diagonalis und der Fissura suprasylvia anterior, bezw. ihrer Aeste bedingt ist. Die Fig. 20 zeigt diesen Theil des Lob. anterior fast nach Art einer Rosette gebildet, und an vielen Kalbsgehirnen drängt

sich diese auffallende Bildung um so mehr hervor, als das ganze Windungsgebiet stark gewölbt ist. Diese Rosette operculisirt den vorderen Abschnitt der Inselwindung.

Die rosettenartige Bildung dieses Rindenabschnittes wird auch bei anderen Gehirnen, z. B. des Hirsches, Pferdes, angetroffen. Selbst beim Menschengehirne findet man oft die Gegend um den Sulcus praecentralis inferior und den Anfang des Sulcus frontalis inferior herum nach Art einer Krause oder Rosette gebildet und stark gewölbt, so dass das ganze Bild an den Befund beim Kalb erinnert. Und wie beim Kalbsgehirne der untere Rand dieser Rosette die Insel operculisirt, so ist dies auch beim menschlichen Gehirne der Fall; ja das ähnliche Verhalten geht so weit, dass die das untere Ende des Sulcus praecentralis inferior umgebende Windung eine Stelle der Insel ebenso zu einer Grube, Fovea insularis (Figg. 17, 18, 20 *fi*) eindrückt, wie es der Gyrus suprafoveolaris (Figg. 17, 18, 20 *Gsf*) beim Kalbsgehirne thut.

Equus caballus. Die Furchen und Windungen des zu erörternden Rindengebietes des Pferdegehirnes zeigen so bedeutende Variationen, dass nicht ein Gehirn dem anderen vollkommen gleicht; trotzdem aber lassen sich an jedem Gehirne die wichtigsten typischen Bildungen herausfinden. Um die Formverhältnisse des Pferdegehirnes kennen zu lernen, ist es unbedingt nothwendig, eine Reihe von Gehirnen zu untersuchen, weil es oft nur durch den Vergleich ermöglicht wird, die Bedeutung dieser oder jener Furche (Windung) zu erkennen; ist es doch, um nur ein Beispiel anzuführen, gar nicht so selten, dass eine an einem Gehirne wohl ausgeprägte Furche an einem anderen ganz rudimentär gebildet ist, deren beider Homologie jedoch nur durch Vergleichung der Gehirne ermittelt werden kann. Es würde zu weit führen, alle die Formverhältnisse dieses oder jenes Rindenbezirkes stark modificirenden Variationen im Besonderen anzuführen, und es soll versucht werden, an der Hand der Abbildung einer relativ „einfache Verhältnisse" aufweisenden Hemisphäre eines Pferdegehirnes, wie dies Fig. 21, Taf. XX, zeigt, sich zu orientiren und zu zeigen, dass auch am Pferdegehirne bisher beobachtete typische Formverhältnisse sich wieder finden. Die Kenntniss der Verhältnisse an der zu schildernden Hemisphäre wird einen Behelf geben, sich in der Bildungsweise anderer zurecht zu finden.

Als eine besonders hervorzuhebende Eigenthümlichkeit des Pferdegehirnes ist zunächst zu erwähnen, dass stets ein wohl ausgebildeter Gyrus suprainsularis (Taf. XX, Figg. 21, 22 *Gsi*) vorhanden ist, welcher stets eine oberflächliche Lage einnimmt und der im Ram. sup. fiss. ectosylviae bei den verschiedenen bisher betrachteten Gehirnen vorhandenen Tiefenwindung vollkommen homolog ist; er ist daher auch dem Gyrus suprainsularis des Kalbsgehirnes homolog. Eine andere Eigenthümlichkeit ist, dass die Insel-

windung fast vollständig verdeckt ist. Diese zwei Eigenthümlichkeiten des Pferdegehirnes allein genügen schon, das Oberflächenbild des zu betrachtenden Rindengebietes der Art umzugestalten, dass auf den ersten Anblick hin das Gehirn des Pferdes von dem des Kalbes oder dem des Cervidengehirnes ganz verschieden sich darstellt, während doch die grössten Beziehungen unter einander nachweisbar sind.

An der Abbildung der rechten Hemisphäre des Pferdegehirnes (Fig. 21) ist die Fissura suprasylvia leicht erkenntlich; sie anastomosirt mit der Fiss. diagonalis (*dm*, *dl*), und übergeht nach vorn zu die Fissura suprasylvia ant. accessoria (*ssac*).

Die Fissura praesylvia übergeht an vorliegendem Präparate (Taf. XX, Fig. 21) mittels einer seichten Rinne in die Fissura rhinalis anterior, während sie an anderen Gehirnen in diese direct einfliesst; ihr frontales Ende gabelt sich und hängt mit der Fissura coronaria zusammen, was bereits an einem Kalbsgehirne beobachtet werden konnte. Der Sulcus supraolfactorius (Fig. 21 *so*), dessen Bildung als Seitenast der Fissura praesylvia an dem in Fig. 17, Taf. XIX, abgebildeten Kalbsgehirne bereits beobachtet werden konnte, ist beim Pferdegehirne stets mächtig entwickelt und unter Umständen, wie im vorliegenden Falle, ausser Verbindung mit der Fissura praesylvia. Das Stirnende des Sulcus supraolfactorius kann sich, wie Fig. 21 zeigt, auch gabeln. Mit der mächtigen Ausbildung des vor der Fissura praesylvia gelegenen Hirnantheiles hängt auch die mächtige Entwickelung eines Lobulus supraolfactorius des Pferdegehirnes zusammen. Die Fissura obliqua (= posterior Krueg) unterliegt in ihren Formverhältnissen grossen Schwankungen; im vorliegenden Falle (Fig. 21 *ob*) hat sie die Gestalt eines H, in dessen Nähe kleinere Binnenfurchen versprengt liegen. Der vordere Schenkel des H ist mit der Fissura suprasylvia im Zusammenhange (aber nicht immer ist dies der Fall); ob die Verbindung wirklich mittels eines Ram. descend. fiss. suprasylviae post. (Fig. 21 *rdssp*) geschah, muss dahingestellt bleiben.

Fissura ectosylvia und Gyrus suprainsularis. Gleichwie am Gehirne des Kalbes die oberflächliche Lage des Gyrus suprainsularis (Taf. XIX, Fig. 17) das typische Bild, welches die Fissura ectosylvia mit ihren drei Aesten sonst zeigt, umänderte, so findet man dasselbe Verhalten auch am Pferdegehirne vor, mit dem Unterschiede, dass am letzteren, wegen der stets oberflächlichen Lage des Gyrus suprainsularis, dies immer angetroffen wird, während am Kalbsgehirne (*dc*) der genannte Gyrus auch eine tiefe Lage einnehmen kann, und er dann auf die Formbildung der Fissura ectosylvia nicht störend eingreift. Der Gyrus suprainsularis (Fig. 21 *Gsi*) des Pferdegehirnes ist vollkommen homolog der gleichnamigen Bildung des Kalbsgehirnes; er stellt wie dieser eine aus der Tiefe des Ram. sup.

fiss. ectosylviae emporgetauchte Tiefenwindung dar; doch sind seine Beziehungen zur Nachbarschaft beim Pferdegehirne etwas andere als beim Gehirne des Kalbes. Der Gyrus suprainsularis des Pferdegehirnes hat keine Verbindung mit der Insel, während er beim Gehirne des Kalbes (Fig. 17) eine solche aufweist; sein Verhalten gleicht ganz dem, wie es beim Gehirne von Cervus tarandus (Taf. XVIII, Fig. 14) angetroffen wird, mit dem Unterschiede, dass, während bei diesem der Gyrus in der Tiefe liegt, er beim Gehirne des Pferdes ganz an die Oberfläche gerückt ist.

Der Hauptsache nach stellt die Tiefenwindung bei Cervus tarandus eine Bogenwindung dar, welche aus der Verbindung je eines an der vorderen, bezw. hinteren Furchenwandung des Ram. sup. fiss. ectosylviae abgehenden Windungswulstes entstanden ist und die durch ihr Emportauchen das Furchungsbild des Ram. sup. fiss. ectosylviae ganz zerstört.

Betrachtet man in der Fig. 14 (Cervus tarandus) die in der Tiefe des klaffend gemachten Ram. sup. fiss. ectosylviae liegende Bogenwindung *Gsi* sammt den mit ihr in nächste Beziehung tretenden Furchen *sit*, und stellt man sich dieses in der Tiefe liegende Gebiet bis an die Oberfläche gehoben vor, so wird man die auffallende Aehnlichkeit der Bildungen am Pferdegehirne und an dem Gehirne von Cervus tarandus unschwer erkennen. Die am Rennthiergehirne um eine verticale Furche herumgelegte Bogenwindung *Gsi* ist in der mit *Gsi* am Pferdegehirne bezeichneten Windung wiederzufinden; die längs des convexen Randes der Windung am ersteren Gehirne verlaufende Furche (Fig. 14 *sit*) zieht in gleicher Weise am Gehirne des Pferdes (Fig. 21 *sit*), mit dem Unterschiede, dass der vordere Schenkel der Furche am letzteren rudimentär entwickelt ist und dass der hintere Schenkel an eben demselben Gehirne einen nach rückwärts ziehenden Seitenast abgiebt. Der vordere Schenkel der in Rede stehenden Bogenfurche (*sit*) des Pferdes (Sulcus suprainsularis terminalis) ist im Verhältniss zu dem am Gehirne von Cervus tarandus zu kurz; andere Pferdegehirne zeigen ihn aber bedeutend entwickelt, so dass er ebenso tief herabreicht, wie der hintere Schenkel. Die rudimentäre Entwickelung des vorderen Schenkels des Sulcus suprainsularis (Fig. 21 *sit*) hat zur Folge, dass der vordere Schenkel des Gyrus suprainsularis auffallend kurz erscheint. Der hintere Schenkel des Gyrus suprainsularis des Gehirnes des Pferdes und das des Rennthieres weisen gleiche Verhältnisse auf.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass am Pferdegehirne (wie auch am Kalbsgehirne) von einem Ram. sup. fiss. ectosylviae eigentlich nicht mehr die Rede sein kann, und es soll noch besonders aufmerksam gemacht werden, dass die im Gyrus suprainsularis liegende Verticalfurche bei oberflächlicher Betrachtung leicht mit dem Ram. sup. fiss. ectosylviae verwechselt werden kann, was von einigen Autoren in der That geschehen ist. Ueber den

Ram. ant. und Ram. post. fiss. ectosylviae ist nicht viel zu erwähnen. Beide gehen, wie Figg. 21, 22, Taf. XX, zeigt, in einander über; der vordere endet in den Ramus anterior ascendens (Figg. 21, 22 *esas*). Neu ist, dass beim Pferdegehirne das hintere Ende des Ramus posterior in die Fissura rhinalis posterior einmünden kann, die Insel also mit dem hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II jeden Zusammenhang verloren haben kann (Fig. 22).

Die Insel (Fig. 22) des Pferdegehirnes zeigt nicht mehr den Charakter einer Bogenwindung, obwohl die Fissura Sylvii nachweisbar ist, und wie aus einer vergleichenden Betrachtung der bisher abgehandelten Gehirne hervorgeht, entspricht sie einem Gyrus arcuatus I. Auch die Beziehungen der Insel zum Claustrum sind, wie Fig. 23, Taf. XX, lehrt, die gleichen wie bei den übrigen Gehirnen.[1]

Die Insel des Pferdegehirnes ist, wie Fig. 21 zeigt, fast ganz operculisirt. Die Fig. 22 zeigt die Insel bei abgehobenem Operculum in der ganzen Ausdehnung, und das sich darbietende Bild erinnert sehr an die Insel des Rennthiergehirnes. Die einzige, in die Fissura rhinalis einmündende Furche, welche in der Fig. 22 mit *sy* bezeichnet ist, ist wegen ihres charakteristischen Verhaltens und wegen der Stelle, wo sie liegt, als Fissura Sylvii zu deuten. Während aber an allen anderen Gehirnen hinter der Fissura Sylvii nur mehr ein Windungswülstchen (eben der hintere Schenkel des Gyrus arcuatus I) liegt, schliesst sich, wie aus der Fig. 22 zu ersehen ist, ein der oberen Fläche des Rhinencephalon angehöriger Wulst an, welcher auch gefurcht sein kann. Der Wulst ist gegen das Rhinencephalon nicht wie der übrige Theil der Insel durch eine kräftig ausgebildete Fissura rhinalis abgegrenzt.

Die obere, operculisirte Fläche der Insel des Pferdegehirnes ist mit einer Reihe von Gyri breves besetzt (Fig. 22), von denen an verschiedenen Präparaten der eine oder der andere in Windungen der Inselseite des Operculums direct übergehen können. Die weiter vorn gelegenen Gyri breves treffen sich in einem breiten Inselpol, wie dies an anderen Gehirnen beobachtet wurde. Die Furchen zwischen den Gyri breves sind entweder schmale Rinnen oder breitere Furchen (Grübchen). Regelmässig ist dort ein Grübchen (Figg. 21, 22 *fi*), wo sich am Operculum jener Windungszug (Fig. 21 *Gsf*, Gyrus suprafoveolaris) darauflagert, der entweder das laterale Ende der Fissura diagonalis oder den Ast der Fissura suprasylvia anterior enthält. In der Fig. 22 ist das Grübchen (Fossa insularis) nicht besonders entwickelt; an anderen Präparaten stellt es eine ziemlich tiefe Grube dar,

---

[1] Clark's Abbildung der Insel des Pferdegehirnes (a. a. O. Fig. 25) kann ich nicht beistimmen, hingegen scheint mir, dass seine Abbildung der Insel eines Eselgehirnes richtig ist.

ähnlich der, die am Rennthiergehirne (Taf. XVIII, Figg. 13, 14 *fi*) beobachtet wurde. Das Zusammenfliessen der Gyri breves, die Bildung eines Inselpoles, die Bildung einer Fossa insularis ist also auch am Pferdegehirne nachweisbar. Das vordere Ende der Insel geht in den von der Fissura praesylvia und dem Ram. ant. asc. fiss. ectosylviae begrenzten Windungszug über, wie dies auch an den anderen Gehirnen beobachtet werden konnte.

Rhinoceridae. Rhinoceros africanus (?). Die beiden Hemisphären des Gehirnes, welches zur Untersuchung vorliegt, weisen in der Anordnung der Furchen und Windungen keine vollständige Uebereinstimmung auf; aber, und dies ist für die vorliegende Untersuchung von Belang; an beiden Hemisphären lassen sich in Beziehung auf die Bildung des Gyrus suprainsularis und der Insel Verhältnisse nachweisen, welche an die des Pferdegehirnes sich anschliessen, und auf diese hauptsächlich soll im Folgenden Rücksicht genommen werden.

An der in Fig. 24, Taf. XX, abgebildeten linken Hemisphäre des Gehirnes findet man die Fissura suprasylvia anterior (*ssa*) in die Fissura diagonalis (*d*) übergehend; eine Tiefenwindung, obwohl hart an die Oberfläche herangedrängt, lässt die Verbindung beider Furchen dennoch zu. Die Fissura diagonalis mit ihren Seitenästen wird von einem rosettenartig gestalteten Windungszug umgeben, der in einfacherer Form auch am Kalbsgehirne (Taf. XIX, Fig. 20) zu ersehen ist.

Der Gyrus suprainsularis (*Gsi*), eine wie beim Pferdegehirne bogenförmige Windung (Fig. 24 *Gsi*), ist an dem äusseren Rande gerade so wie beim Pferdegehirne von einer Furche, Sulcus suprainsularis terminalis (*sit*), umgeben; nur ist diese Furche beim Gehirne des Rhinoceros mit kräftig entwickelten Ausläufern versehen. Ein vorderer oberer Zweig der Furche schneidet im vorliegenden Falle sogar in die Fissura suprasylvia ein; daselbst ist aber eine Tiefenwindung vorhanden.

Die Genese des Gyrus suprainsularis mit der ihn umgebenden Furche ist die gleiche wie beim Pferdegehirne, woraus hervorgeht, dass ein Ram. sup. fiss. ectosylviae auch beim Gehirne des Rhinoceros nicht mehr angetroffen werden kann, und nur fälschlich wird die verticale Furche des Gyrus suprainsularis als solcher betrachtet.

Der Ram. ant. und post. fiss. ectosylviae (Fig. 24 *esa*, *esp*) bilden zusammen eine oberhalb der Inselwindung verlaufende continuirliche Furche; der vordere Ast übergeht in den schwach entwickelten Ramus anterior ascendens (*esas*), während der hintere Ast (*esp*) abnormer Weise in eine Furche des hinteren Schenkels des Gyrus arcuatus II übergeht. Wenn die an der Stelle des Ueberganges beider Furchen in der Tiefe sich vorfindliche Windung an die Oberfläche emporgedrängt wäre, würde der Ramus posterior fiss. ectrosylv. sich wie gewöhnlich verhalten. Durch eine ober-

flächliche Furche steht der Ram. ant. fiss. ectosylviae mit der Fissura diagonalis im Zusammenhange.

Die Insel, die nur an ihrer oberen Fläche operculisirt ist, zeigt an ihrem vorderen und hinteren Ende die bekannten Verbindungen, und in der Nähe ihres hinteren Endes die durch einen Vergleich mit anderen Gehirnen ermittelte Fissura Sylvii (*sy*). Die obere Fläche der Insel ist mit Gyri und Sulci breves versehen.

Der Fissura obliqua (= postica Krueg) (Fig. 24 *ob*) ist sehr unregelmässig gestaltet.

Die Fissura praesylvia verhält sich in ähnlicher Weise wie beim Pferdegehirne, nur mit dem Unterschiede, dass sie beim Gehirne des Rhinoceros in die Fissura rhinalis als tiefe Furche einmündet. Die mit *orl* bezeichnete Furche findet am Pferdegehirne keine Analogie, sie ist mit der Fissura praesylvia nicht zu verwechseln; sie ist jedenfalls als eine neue Bildung anzusehen, welche vorläufig als Sulcus orbitalis lateralis (*orl*) bezeichnet werden soll.

Camelus dromedarius. Das Gehirn stammt von einem 10 Tage alten Thier. Wegen der mangelhaften Conservirung des Gehirnes wage ich nicht auf eine nähere Beschreibung einzugehen, um so mehr, als es mir den Eindruck macht, dass in der Anordnung der Furchen und Windungen sehr complicirte Verhältnisse obwalten. Beide Hemisphären sind asymmetrisch. Die Insel scheint in ähnlicher Weise wie die des Hirschgehirnes gebaut, der vordere Uebergangstheil verhält sich beiläufig wie beim Pferdegehirne. Ein kleiner Gyrus suprainsularis dürfte vorhanden sein.[1]

Tapirus indicus (?). Da, wie aus den Figg. 25 und 26, Taf. XX, hervorgeht, das Gehirn des Tapirs namentlich in den vorderen Antheilen besondere Verhältnisse aufweist, soll dasselbe am Schlusse dieser Abhandlung einer Besprechung unterzogen werden; sonst weist das Gehirn des Tapirs Bildungen auf, welche an die einfacheren Formen der Ungulatengehirne erinnern.

Die Furchen und Windungen der beiden Hemisphären (Figg. 25 u. 26) des zur Untersuchung gelangten Tapirgehirnes sind, was namentlich das zu behandelnde Rindengebiet anbelangt, nicht ganz gleich gebildet; die rechte Hemisphäre (Fig. 25) zeigt einfachere und an anderen Gehirnen bereits, wenigstens theilweise, beobachtete Befunde, weshalb der Besprechung des Tapirgehirnes dessen rechte Hemisphäre zu Grunde gelegt werden soll (Fig. 25).

Die Fissura suprasylvia (*ssp*, *ssm*) mit ihrer Fortsetzung, der Fiss. suprasylvia anterior (Fig. 25 *rlssa*), ist ohne Schwierigkeit zu erkennen. Ebenso

---

[1] Clark's (a. a. O.) Abbildung der Insel eines Dromedargehirnes trifft gewiss nicht das Richtige.

leicht auffindbar ist die Fissura obliqua (*ob*), deren vorderstes, annähernd vertical gestelltes Furchungsstück vielleicht als Sulcus perpendicularis gedeutet werden könnte. (An der linken Hemisphäre besteht die Fissura obliqua aus einigen nicht zusammenhängenden, kleinen Furchen.) Die Fissura praesylvia (Fig. 25 *ps*) schneidet bis in die Fissura rhinalis anterior, das andere Ende übergeht in den lateralen Gabelast der Fissura coronalis (Fig. 25 *cola*), wie dies beim Gehirne des Kalbes, des Hirsches und des Pferdes beobachtet wurde. An der Uebergangsstelle beider Fissuren findet sich jedoch eine Tiefenwindung vor, so dass ihr Zusammenhang nur in oberflächlicher Weise erfolgt (dasselbe wurde auch beim Kalbsgehirne und Hirschgehirne beobachtet[1]); in der Tiefe sind daher Fissura coronalis und Fissura praesylvia gerade so von einander getrennt, wie dies z. B. beim Schafgehirne, Rehgehirne u. s. w. oberflächlich der Fall ist. Der bei den Gehirnen von Kälbern und Hirschen gelegentlich vorkommende Zusammenhang der Fissura coronalis und Fissura praesylvia scheint bei den Gehirnen der Tapiriden und Equiden regelmässig vorzukommen.

Durch die Verbindung der Fissura praesylvia mit der Fissura rhinalis anterior ist der vor ihr liegende Antheil des Stirnendes des Gehirnes (Gyrus orbitalis) mit dem vorderen Ende der Insel ausser Zusammenhang gebracht, was im Gegensatze ist mit dem Verhalten z. B. beim Reh, Kalb, Schaf u. s. w. An der linken Hemisphäre des Tapirgehirnes kann aber gesehen werden, dass durch eine am unteren Ende der Fissura praesylvia verborgene Tiefenwindung (Fig. 26) auch beim Tapirgehirne eigentlich ein Zusammenhang der eben erwähnten Gebilde besteht. An der rechten Hemisphäre ist keine Tiefenwindung an der entsprechenden Stelle vorhanden. An der rechten Hemisphäre ist eine deutliche Verbindung des vor der Fissura praesylvia gelegenen Gyrus orbitalis mit dem Randtheil des Rhinencephalon zu ersehen; der Randtheil desselben grenzt sich vom Uebrigen durch eine deutlich ausgebildete und von Retzius näher gewürdigte Furche, den Sulcus sagittalis med. rhinencephalis (*smrh*) ab. Der Gyrus orbitalis zeigt an der linken Hemisphäre eine aufsteigende, mit der Fissura praesylvia nicht zu verwechselnde Furche (Fig. 26 *so*), welche an ihrem unteren Ende in die Fissura rhinalis anterior übergeht, weshalb nicht der ganze Gyrus orbitalis mit dem Rhinencephalon im Zusammenhange erscheint. Die oben erwähnte Furche, welche linkerseits so gut ausgeprägt ist, besteht an der rechten Hemisphäre (Fig. 25 *so*) aus zwei getrennten Furchungsstücken, und da das untere Stück mit der Fissura rhinalis nicht zusammenhängt, ist der ganze Gyrus orbitalis mit dem Rhinencephalon im Zusammenhange.

---

[1] Bei einem Hirschgehirne war diese Tiefenwindung sehr gering entwickelt, bei einem anderen fast ganz geschwunden.

Die Fissura ectosylvia zeigt jene drei Aeste, wie sie bisher beobachtet wurden: einen Ramus superior, einen Ramus posterior und einen Ramus anterior; letzterer übergeht in einen Ramus anterior ascendens (Fig. 25 *esas*), welcher rechterseits weit auf der dorsolateralen Fläche hinaufreicht, während er linkerseits (Fig. 26) nur ganz kurz entwickelt ist. An der linken Hemisphäre jedoch steht der Ram. ant. fiss. ectosylviae (Fig. 26 *esa*) mit dem unteren Schenkel der Fissura diagonalis (Fig. 26) in Verbindung, und auf den ersten Anblick hin könnte man leicht diese Furche als Ram. ant. ascend. fiss. ectosylviae ant. ansprechen; ein Vergleich beider Hemisphären jedoch klärt den Irrthum auf. Während rechts der Ram. sup. fiss. ectosylviae (Fig. 25 *rses*) sich ganz einfach und typisch verhält, geht linkerseits (Fig. 26) an seinem oberen Ende eine nach rückwärts ziehende Furche ab (rechterseits ist sie nur angedeutet), welche vom hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II ein Stück unvollständig abtrennt und dadurch das Oberflächenbild dieses Bezirkes im Vergleich mit dem der rechten Hemisphäre ganz eigenthümlich gestaltet erscheinen lässt.

Die Insel (Figg. 25, 26; I, I) ist nicht nur an ihrer oberen Fläche, sondern auch an ihrem hinteren Abschnitte ganz operculisirt; aus letzterem Grunde ist die Fissura Sylvii, welche eine kurze, in die Fissura rhinalis einmündende Furche darstellt, nicht freiliegend. Das hintere Ende der Insel übergeht in den hinteren Schenkel des Gyrus arcuatus II, das vordere Ende in die zwischen Fissura praesylvia (Fig. 25 *ps*) und Ram. ant. ascend. fiss. ectosylviae (Fig. 26 *esas*) gelegene Windung. Die obere Fläche der Insel zeigt einige Gyri und Sulci breves, auch eine Fovea insularis ist wahrzunehmen.

Schlussbemerkung.

Aus den über die verschiedenen Ungulatengehirne mitgetheilten Befunden geht hervor, dass allen untersuchten Gehirnen eine namentlich in die Länge entwickelte Inselwindung zukommt. Bei einigen Arten (z. B. Schwein, Schaf u. s. w.) besitzt sie deutlich den Charakter einer Bogenwindung, während bei anderen Arten (Kalb, Hirsch, Pferd) derselbe verwischt erscheint. In allen Fällen aber entspricht die Insel des Ungulatengehirnes dem Gyrus arcuatus I des Carnivorengehirnes. Gleichwie der Gyrus arcuatus I des Carnivorengehirnes in die Tiefe versenkt sein kann (Ursiden), so kann dies auch beim Ungulatengehirne stattfinden (Schwein). Die Insel des Ungulatengehirnes erscheint im Vergleiche zu der des Carnivorengehirnes entweder nur gering oder bedeutend umgeformt. Bei einer Reihe von Ungulatengehirnen ist die Oberfläche des vorderen Schenkels der Inselwindung mit Gyri und Sulci breves versehen, deren Anordnung

und Gestaltung an die der menschlichen Insel lebhaft erinnern (Rennthier, Pferd u. s. w.). Eine Folge der Hinstellung der Insel des Ungulatengehirnes als Gyrus arcuatus I im Sinne des Carnivorengehirnes ist, dass die von den Autoren als Fissura Sylvii bezeichnete Furche als Fissura ectosylvia zu deuten ist.

An bestimmten Stellen der verschiedenen Furchen finden sich Tiefenwindungen vor, und es kann deren allmähliche Entwickelung verfolgt werden. Eine Tiefenwindung kann sich an die Oberfläche drängen und erscheint dann als ein neuer Bestandtheil der Oberflächenwindungen der Rinde. Neue oberflächliche Windungen sind ursprüngliche Tiefenwindungen gewesen. Der Gyrus suprainsularis (Kalb, Pferd, Rhinoceros) verdankt seine Entstehung der Ausbildung einer im Ram. sup. fiss. ectosylviae verborgenen Tiefenwindung (Schaf, Reh, Gemse, Hirsch, Rennthier), die allmählich an die Oberfläche emporgestiegen. Gleichwie Windungen aus der Tiefe emportauchen können, können auch oberflächlich gelegene Windungen in die Tiefe versenkt werden.

Die Varietäten der Furchen und Windungen sind bei ein und derselben Art meist bedeutende, ja die Hemisphären desselben Gehirnes zeigen keine Symmetrie der Furchen und Windungen. Die Ursache der Formverschiedenheiten ist hauptsächlich in dem verschiedenen Verhalten der Tiefenwindungen begründet, weshalb dieselben bei einer Untersuchung eingehend berücksichtigt werden müssen. Da die Gehirne derselben Art so sehr variiren, reicht für eine vergleichende Betrachtung die Untersuchung nur eines Gehirnes nicht aus. (Die vorliegende Untersuchung musste sich leider bei mancher Art [Tapir, Rhinoceros, Dromedar] auf nur ein Gehirn beschränken.)

Das Variiren der Furchen und Windungen giebt einen Beleg ab für einen in der Gehirnrinde stattfindenden Umformungsvorgang. Dieser besteht aber nicht allein darin, dass neue Windungen (Tiefenwindungen) auftreten und alte eventuell verschwinden, sondern er zeigt sich auch in der Weise, dass bei verschiedenen Gehirnen vollkommen gleichwerthige Windungen eine ganz verschiedene Plastik darbieten können; freilich ist diese Umformung einer Windung auch wieder nur allmählich entstanden.

Eine complicirtere Ausbildung der Gehirnrinde ist aus einfacheren Formen auf Grund eines allmählich vor sich gehenden Umformungsprocesses entstanden, und daher wird es zu Irrthümern führen, wenn Gehirne mit einfacher und complicirt gebauter Rinde direct mit einander verglichen werden; es ist schon im Vorhinein zu erwarten, dass z. B. die Bildungen der Rinde des Carnivorengehirnes nicht in gleicher Modellirung und Anordnung am menschlichen Gehirne wiederzufinden sind.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVIII—XX.)

Bei allen Figuren bedeutet:

a, b = vorderer, hinterer Gabelast des Ram. sup. fissurae ectosylviae.
an = Fissura ansata.
Bo = Bulbus olfactorius.
co = Fissura coronaria.
cola = vorderer lateraler } Ast der Fissura coronaria.
colp = hinterer „ } Ast der Fissura coronaria.
coma = vorderer medialer } Ast der Fissura coronaria.
comp = hinterer „ } Ast der Fissura coronaria.
d = Fissura diagonalis.
dl, dm = lateraler, medialer Antheil der Fissura diagonalis.
el = Fissura ectolateralis.
esa = Ramus anterior fissurae ectosylviae (Ectosylvia anterior).
esas = Ramus anterior ascendens fiss. ectosylviae.
esas' = Seitenast der Fissura ectosylvia anterior.
esp = Ramus posterior fissurae ectosylviae (Ectosylvia posterior).
f = Fissura confinis.
fi = Fovea insularis.
Grp = Gyrus proprius.
Gsf = Gyrus suprafoveolaris.
Gsi = Gyrus suprainsularis.
l = Fissura lateralis.
li = Fissura limbica.
o = Sulcus olfactorius.
ob = Fissura obliqua.
orl = Sulcus orbitalis lateralis.
pp = Sulcus perpendicularis.
prp = Sulcus proprius.
ps = Fissura praesylvia.
psac = Fissura praesylvia accessoria.
rdss = Ram. descendens fissurae suprasylviae.
rha, rhp = Fissura rhinalis anterior, posterior.
rlesa, rmesa = Ram. lateralis, medialis, fissurae ectosylviae ant.
rses = Ramus superior fissurae ectosylviae.
rpss = Ramus posterior fissurae suprasylviae.
sit = Sulcus suprainsularis terminalis.
smrh = Sulcus sagittalis med. rhinencephalis (Retzius).
so = Sulcus supraolfactorius.
ss = Fissura suprasylvia.
ssa, ssm, ssp, sss = Fissura suprasylvia anterior, media, posterior, Processus superior.
ssa' = Fissura suprasylvia anterior nur als Rinne angedeutet.
ssac = Fissura suprasylvia anterior accessoria.
sy = Fissura Sylvii.
ta, tp, ts = vordere, hintere, obere Windung in der Tiefe des Ramus superior fissurae ectosylviae.
× × = Uebergangswindungen.
↑ = zeigt die Stelle an, wo sich Tiefenwindungen vorfinden.
I = Gyrus arcuatus I (Inselwindung).
II = Gyrus arcuatus II.

Tafel XVIII.

Fig. 1. Rechte Hemisphäre des Gehirnes von Hydrochoerus capybara. Aus Ersparungsrücksichten wurden jene Furchen, z. B. *rses*, welche an der linken Hemisphäre deutlicher ausgeprägt waren, in die Abbildung der rechten Hemisphäre eingezeichnet.

Figg. 2 bis 5. Abbildungen von Hemisphären verschiedener Schweinegehirne; bei Figg. 3 und 4 wurde die Insel freigelegt. Fig. 5 zeigt die Inselwindung fast ganz oberflächlich gelagert.

Fig. 6. Längsschnitt durch die rechte Hemisphäre des Gehirnes eines Schweines. Der Längsschnitt wurde durch die Insel geführt, um ihre Beziehung zum Claustrum zu zeigen.

Figg. 7 und 8. Schafgehirne; bei Fig. 8 die Inselwindung freigelegt.

Fig. 9. Längsschnitt durch die rechte Hemisphäre eines Schafgehirnes in der Höhe der Inselwindung, um deren Beziehung zum Claustrum zu zeigen.

Figg. 10 und 11. Rehgehirne; in Fig. 11 ist die Inselwindung freigelegt.

Fig. 12. Rechte Hemisphäre des Gehirnes einer Gemse.

Figg. 13 und 14. Rechte und linke Hemisphäre des Gehirnes von Cervus tarandus. Die Fissura ectosylvia namentlich an der linken Hemisphäre klaffend dargestellt.

Tafel XIX.

Figg. 15 bis 20. Hemisphären von Kalbsgehirnen; nähere Erklärung im Texte.

Tafel XX.

Fig. 21. Linke Hemisphäre des Gehirnes eines Pferdes.

Fig. 22. Linke Hemisphäre des Gehirnes eines Pferdes. Die Insel freigelegt.

Fig. 23. Längsschnitt durch die linke Hemisphäre eines Pferdegehirnes in der Höhe der Insel, um deren Beziehung zum Claustrum zu zeigen.

Fig. 24. Linke Hemisphäre des Gehirnes vom Rhinoceros.

Figg. 25 und 26. Rechte und linke Hemisphäre des Tapirgehirnes.

Zur vergleichenden Anatomie des M. cucullaris und M. sternocleidomastoideus.

Von

Dr. Eduard Streissler,
gew. Assistenten der Anstalt.

(Aus der anatomischen Anstalt der Universität Graz.)

(Hierzu Taf. XXI u. XXII.)

Gegenstand dieser Abhandlung bildet die Frage, ob der M. cucullaris des Menschen ein einheitlicher Muskel sei oder nicht. Zu diesem Zweck wurden Nachuntersuchungen der Befunde dieses Muskels beim Menschen durchgeführt und eine Reihe von Thieren auf diesen Muskel hin präpariert. Im Verlaufe der Untersuchung ergab es sich, dass auch auf die Anatomie des M. sternocleidomastoideus Rücksicht genommen werden müsse, daher auch dieser in die Untersuchung einbezogen wurde. Von Thieren wurden untersucht: die Fledermaus (Vespertilio murinus), der Maulwurf, Igel, die Ratte, das Kaninchen, Meerschweinchen, die Katze, der Hund, der Fischotter, der Bär, das Gürtelthier (Dasypus novemcinctus), endlich zwei catarrhine Affen (Macacus cynomolgus und ein Semnopithecus).

Bei der Fledermaus (Vespertilio murinus) (Taf. XXI, Figg. 1 und 2) lässt sich unter der Hautmuskulatur in der obersten Muskellage eine ventrale, am Hals gelegene, und eine dorsale, am Rücken gelagerte Muskelgruppe unterscheiden. Die ventrale Gruppe besteht aus Fasern, die fleischig an der Aussenseite der Pars mastoidea entspringen und ein kräftiges Muskelbündel (Fig. 1 *stms*) bilden, das sternalwärts sich zuspitzend mit einer dünnen, jedoch kräftigen Sehne an einem vorspringenden Fortsatz des Manubr. sterni (Fig. 1 *st*) sich anheftet. Man kann diese Muskelmasse nach ihren Insertionspunkten M. sternomastoideus nennen. Bei näherer

Betrachtung zeigt sich, dass dieser auf den ersten Blick einheitliche Muskel medial an seiner Innenseite Fasern erkennen lässt, die sehnig von der Pars mastoid. an der Innenseite der erstbeschriebenen Fasern entspringen und sich ohne Vermittelung einer Sehne an der Innenseite der Insertion der oberflächlichen Bündel am Brustbein festsetzen. Es wird sich später als gerechtfertigt erweisen, dass wir diese letzteren, andere Anheftungspunkte besitzenden, tiefer (dorsal) gelegenen Fasern als M. sternomastoideus profundus, von den erstbeschriebenen oberflächlichen Fasern, dem Sternomastoideus superficialis (Fig. 1 *stms*) unterscheiden.

Ein breiter Zwischenraum, durch den ein schwacher, strangförmiger Muskel, der Omotransversarius (Figg. 1 u. 2 *otr*), von seinem in der Tiefe gelegenen Ursprung seiner oberflächlichen Insertion am acromialen Schlüsselbeinende (Figg. 1 u. 2 *cl*) zueilt, trennt die ventrale von der dorsalen Gruppe. Diese besteht ebenfalls aus 2 ganz selbstständigen Muskeln, die ein kleiner, jedoch sehr tiefer, dreieckiger, mit der Basis der Wirbelsäule zugewendeter, fetterfüllter Spalt trennt. Der kopfwärts gelegene Muskel dieser Gruppe stellt eine trapezförmige Platte (Fig. 2 *dsc—s*) dar, deren Ursprung wie Ansatz durchaus fleischig erfolgt; ersterer vom 1.—4. Brustwirbel, letzterer an der Spina scapulae (Fig. 2 *sp*) vom Acromioclaviculargelenk bis zu jenem dreieckigen Feld, in das dorsal die Spina übergeht. Der Muskel soll als Dorsoscapularis superior bezeichnet werden. Der caudale Muskel — Dorsoscapularis inferior (Fig. 2 *dsc—i*) — hat bandförmige Gestalt, besitzt caudalwärts eine characteristische sehnige Spitze (Fig. 2 *sc*) und entspringt im Bereich des 7. Brust- bis 1. Lendendornes. Seine Insertion erfolgt breitsehnig am oberen Schenkel des erwähnten dreieckigen, den dorsalen Abschluss der Spina scapulae bildenden Feldes[1], theilweise gedeckt vom Fleisch des Superior.

Der Maulwurf lässt ebenfalls eine ventrale und eine dorsale Muskelgruppe erkennen. Erstere erscheint auch hier auf den ersten Anschein hin als einheitlicher Muskel. Ihre Fasern entspringen vom Proc. mastoideus bis zum Beginn der Linea nuchae mit einer breiten, ventral aus längeren Fasern als dorsal bestehenden Aponeurose. Sie inseriren convergirend fleischig an der oralen, ventralen Ecke des Manubr. sterni und lateral daneben an einem Höckerchen des Schlüsselbeins. Die am Sternum inserirenden Fasern lassen sich bei genauer Präparation von den am Schlüsselbein sich festsetzenden trennen und entsprechen in ihrer Gesammtheit völlig dem M. sternomastoideus superfic. der Fledermaus. Fasern, die am Schlüsselbein sich anheften, konnten bei der Fledermaus nicht beobachtet

[1] Es entspricht diese Stelle sicher der später zu erwähnenden Tuberositas spinae der anderen Thiere.

werden. In Analogie der an anderen Thieren später zu beschreibenden Befunde sollen diese Bündel, obwohl sie ihren Ursprung fast gar nicht vom Occipitale nehmen, als M. cleidooccipitalis bezeichnet werden. Beide Muskel sind in ihrem ganzen Verlauf mit einander verschmolzen. Wie bei der Fledermaus ergiebt sich auch hier nach Abpräparirung der oberflächlichen Fasern das Vorhandensein einer tiefen Faserlage, die mit einer schmalen, jedoch sehr kräftigen Sehne von einem Höckerchen des Pars mastoid. unter dem Ursprung des Sternomast. superf. entspringt, hier jedoch wie die oberflächliche Faserlage durch zwei Muskeln vertreten ist; der mediale inserirt an einem dreieckigen Feld an der Kopfseite der Spitze des Manubriums und stellt einen besonders deutlich entwickelten M. sternomastoid. profund. dar; der laterale Muskel heftet sich an einem Leistchen hinter dem Fortsatz für den Cleidooccipitalis an und soll nach seinen Insertionsverhältnissen M. cleidomastoideus heissen.

Die dorsale Gruppe ist nur durch den caudal gelegenen Muskel, den Dorsoscapularis inferior vertreten, einen bandförmigen Muskel, der vom 2. und 3. Lendenwirbel entspringt und an einem Höckerchen am dorsalen Ende der Spina scapulae, der Tuberositas spinae[1], sich ansetzt. Caudalwärts geht er in die Fasc. lumbodorsalis über. Von seinem lateralen Muskelrand löst sich ein Bündel los und geht in die Haut über der Tuberositas spinae über. Ein Dorsoscapularis super., ein Omotransversarius lässt sich beim Maulwurf nicht nachweisen.

Auch der Igel (Taf. XXI, Fig. 3) lässt deutlich eine ventrale und dorsale Muskelgruppe unterscheiden. Erstere besteht in einer oberflächlichen Faserlage aus einem Sternomastoideus superfic. (*stms*), einem schmalen Muskel, der fleischig vom vorderen Rand des Proc. mastoideus entspringt und zur Ventralseite des breiten Manubr. sterni zieht, und einem Cleidooccipitalis (*cloc*), der von ersterem durch einen schmalen Spalt getrennt, sehnig von den beiden lateralen Drittheilen der Linea occip. super. entspringt und zur Extrem. sternal. clavic. (*cl*) zieht, demnach dem gleichnamigen Muskel des Maulwurfs an die Seite zu setzen ist. In den tiefen Schichten der ventralen Gruppe lassen sich wie beim Maulwurf ein Sternomastoideus profund. und ein Cleidomastoideus (*clm*) darstellen. Beide entspringen auch hier gemeinsam an der Innenseite des Ursprungs der Sternomastoid. superfic. von der Spitze des Proc. mastoid., wobei die Ursprungssehne den scharfen, sehnigen, medialen Rand am Ursprung des letzterwähnten Muskels bildet. Der Sternomastoid. profund. inserirt an der

[1] Ich verstehe darunter die in der Litteratur wenig beachtete und nicht benannte Rauhigkeit, die bei allen Säugern mehr oder weniger schön ausgeprägt das dorsale Ende der Spina scapulae und den typischen Insertionspunkt des Dorsoscapularis inferior bildet.

Innenseite seines oberflächlichen Namensvetters an der Incis. jugul. sterni, ist unter ihm verborgen und von ihm ziemlich schwer zu trennen, gleichwohl ist er streng von letzterem zu unterscheiden. Der Cleidomastoideus, der zweite Muskel der tiefen Faserlage, ist durch einen dem Sternoclaviculargelenk entsprechenden Spalt vom Sternomast. profund. getrennt, zeigt einen steileren Faserverlauf als der Cleidooccipitalis und inserirt an dessen Innenseite am medialen Drittheil des Schlüsselbeins, so dass seine dorsalen Fasern noch ein wenig unter dem dorsalen Rand dieses Muskels zum Vorschein kommen.

Ein breiter, dreieckiger, mit seiner Basis den zwei lateralen Drittheilen des Schlüsselbeins entsprechender Spalt für den Durchtritt des Omotransversarius (*otr*) trennt die ventrale von der dorsalen Gruppe. Wie bei der Fledermaus finden wir wieder einen Dorsoscapularis superior (*dsc—s*) und inferior (*dsc—i*). Ersterer, ein breiter, trapezförmiger Muskel, reicht vom inneren Drittheil der Lin. occip. ext. bis zum 2. Brustwirbeldorn und entspringt mit Ausnahme seiner vom Schädel stammenden, mit einer schmalen Sehne sich anheftenden Fasern fleischig. Die Insertion erfolgt an der Spina scapulae, ausschliesslich der Tuberos. spinae und nimmt ventralwärts den ganzen unteren Rand des Proc. hamat. ein, ohne jedoch das Acromioclaviculargelenk zu überschreiten; es kommt deshalb dahin, dass der an der freigebliebenen Spitze des Proc. hamat sich anheftende Omotransversarius (*otr*) an der Insertion den ventralen Muskelrand deckt. Der Dorsoscapularis inferior (*dsc—i*) ist hier wie beim Maulwurf und der Fledermaus recht schmächtig entwickelt. Er geht auch hier im Bereich des 12.—13. Brustwirbels in eine kleine, dreieckige Sehne über (*sc*), die sich in die Fasc. lumbodorsalis verliert; auch hier inserirt er an der Tuberos. spinae und zwar mit einigen kurzen, straffen Sehnenfasern; kopfwärts reicht er mit seinem Wirbelsäulenursprung nur bis zum 10. Brustdorn.

Dieselben Muskelverhältnisse wie beim Igel werden bei der Ratte (Taf. XXI, Fig. 4) angetroffen. Der Cleidooccipitalis (*cloc*) ist hier etwas breiter, so dass er den Cleidomastoideus (*clm*) dorsal an der Clavicula (*cl*) nicht zum Vorschein kommen lässt. Durch diesen Umstand, wie dadurch, dass hier der Dorsoscapularis superior (*dsc—s*) noch den lateralsten Antheil des Schlüsselbeins (*cl*) in Anspruch nimmt und damit vom Omotransversarius (*otr*) in seinem unteren, ventralen Rand nicht nur gedeckt (vgl. den Igel), sondern überkreuzt wird, wird der Spalt zwischen ventraler und dorsaler Muskelgruppe für den Durchtritt des Omotransversarius schmäler als beim Igel. Im Gegensatz zu diesem ist dies besonders distalwärts der Fall, wozu beiträgt, dass bei der Ratte der Dorsoscapularis superior (*dsc—s*) bei seinem Ursprung die Protuberantia occip. extern. nicht einmal völlig erreicht.

Die tiefe Lage der ventralen Gruppe weist wie beim Igel einen Sternomastoideus profund. und einen Cleidomastoideus (*clm*) auf, die beide unter den Insertionspunkten der oberflächlichen Schichte sich ansetzen. Ersterer ist hier recht deutlich ausgesprochen und entspringt spitzsehnig (im Gegensatz zur breiteren, schwächeren Sehne des oberflächlichen) vor dem Cleidomastoideus von der Spitze des Proc. mastoid.

Der Dorsoscapul. super. (*dsc—s*) reicht causalwärts nur bis zum 7. Halsdorn und verhält sich bei der Insertion mit Ausnahme des oben erwähnten Unterschiedes wie der gleichnamige Muskel des Igels; dafür reicht der Inferior (*dsc—i*) kopfwärts bis zum 4. Brustdorn, so dass er hier breiter wird und seine Gestalt nicht mehr als bandförmig, sondern als dreieckig zu bezeichnen ist. Die Sehne, die dem Inferior zum Ansatz an die Tuberos. spinae dient, findet sich hier in Form einer aus den Fasern des Muskels hervorgehenden Raphe (*si*), die die Verlängerung der Tuberositas bildet und an die sich kopfwärts Fasern des Dorsoscapular. super., caudalwärts des Inferior ansetzen. Wie beim Maulwurf, finden wir auch hier, dass sich vom ventralen Rand des Dorsoscapular. infer. ein Bündel (*h*) loslöst, das in die Hautpartie oberhalb der Tuberos. spinae übergeht.[1]

Beim Kaninchen (Taf. XXII, Fig. 5) sind sich die ventrale und dorsale Muskelgruppe noch mehr genähert als bei Igel und Ratte. Zunächst der Mittellinie des Halses finden wir einen Muskel (*stms*), der vom Proc. mastoid. fleischig, am ventralen Rand jedoch sehnig entspringt und an der Spitze des Manubrium sterni mit einer sich zuspitzenden Sehne inserirt. Der Muskel entspricht dem Sternomastoideus superfic. der bisher beschriebenen Thiere. An ihn schliesst sich unmittelbar ein schlanker Muskel an (*cloc*), der von der Kante des Proc. mastoid. entspringt und zum medialen Theil der rudimentären Clavicula (*cl*) zieht. Krause[2] nennt diesen Muskel Cleidomastoideus; in Folge dieser Bezeichnung könnte man meinen, dass man es mit einem Muskel der tiefen Lage (unserem Cleidomastoideus) zu thun habe. Dies ist nicht der Fall, da der Muskel in der Fortsetzung des Sternomastoideus superfic. und nicht unter diesem entspringt. Wir müssen vielmehr diesen Muskel dem Cleidooccipitalis des Igels und der Ratte an die Seite setzen. Fasern einer tiefen Schichte sind beim Kaninchen nicht nachweisbar. Dagegen finden wir einen Basiohumeralis[3] (*clm*), der an der Basis des Occipitale auf einem seitlichen Höcker vor dem Proc. condyloid. entspringend durch eine sehnige Raphe mit den lateralen drei

[1] Diese Bündel dürften einen Beweis für die Ansicht (Gegenbaur) abgeben, dass die Hautmusculatur aus der Skeletmusculatur sich entwickelt hat oder wenigstens mit ihr im Zusammenhang steht.

[2] Krause, *Anatomie des Kaninchens*. 1884. S. 145.

[3] Krause, a. a. O. S. 146.

Viertheilen des M. deltoideus pars clavicul. (*d—cl*) in Verbindung steht. (Das mediale Viertel heftet sich dem Cleidooccipitalis gegenüber an die rudimentäre Clavicula (*cl*) an.) Von der Crista occip. extern. entspringen keine Muskelfasern; auf diese Weise trennt ein schädel- wie schulterwärts gleichmässig breiter Spalt für den Durchtritt des Omotransversarius (*otr*) zur Spitze des Proc. hamat. (*prh*) die ventrale von der dorsalen Gruppe, den Dorsoscapulares.

Diese haben hier so sehr an Ausdehnung gewonnen, dass sie zu einer einheitlichen Platte verschmolzen sind. Der Superior (Fig. 5 *dsc—s*) hat die Gestalt des Muskels beim Igel oder der Ratte; er reicht kopfwärts mit einer ausgezogenen, sehnigen Halsmuskeln zum Ansatz dienenden Spitze (*sh*) bis zur Protuber. occip. ext. und endigt beim 6. Halsdorn. Sein Ursprung erfolgt fleischig, sein Ansatz in der ventralen Hälfte fleischig am dorsalen Schenkel des Proc. hamat. (*prh*) und der Fasc. deltoid. (*d—sp*), in der dorsalen mittelst eines sehnigen Zweiecks (*sz*) an der Kopfseite der dorsalen zwei Drittheile der Spina scapulae. Am Proc. hamat. (*prh*) verschmelzen seine Fasern mit denen des Omotransversarius (*otr*), der die ventrale Hälfte seines vorderen Randes deckt. Der Dorsoscapularis infer. (*dsc—i*) nimmt den Bereich des 2. bis 13. Brustwirbels für sich in Anspruch und verliert sich caudalwärts breit abgestumpft in die Fasc. lumbodorsal. (*sc*). Jene Fasern, die dem Muskel der Ratte entsprechen, heften sich auch hier fleischig an die caudale Seite der Tuberositas spinae an; die mehr kopfwärts entspringenden Fasern setzen sich jedoch in das erwähnte sehnige Zweieck (*sz*) fort und bilden dorsalwärts dessen Abschluss. Zwischen den freien Rändern beider Muskel ist beiderseits von der Medianlinie entsprechend dem Bereich des 6. Hals- bis 2. Brustdorns ein kleines sehniges Dreieck ausgespannt (*ap*), das oft Muskelfasern in sich aufnehmen kann und beide Dorsoscapulares zu einer Platte verbindet.

Beim Meerschweinchen unterscheiden sich die Verhältnisse nicht wesentlich von jenen beim Kaninchen. Der Sternomastoideus superfic. entspringt rein fleischig und inserirt dorsal von den Pectoralisfasern an einer Raphe, die die Verlängerung des Manubr. sterni kopfwärts darstellt. An diesen Muskel schliesst sich unmittelbar ein breiter Muskel an, der von der Aussenseite des Proc. mastoid., der Linea occip. ext. und einem ganz kleinen Stück des Ligam. nuchae entspringt und armwärts continuirlich in die Pars clavic. m. deltoid. übergeht. Als Grenze zwischen beiden Muskeln kann man ein kleines Knöchelchen, die rudimentäre Clavicula bezeichnen, das in den Verlauf der gemeinsamen Fasern ungefähr in der Höhe des Schultergelenkes eingelagert ist. Wir müssen diesen Muskel Cleidooccipitocervicalis nennen und einem Cleidooccipitalis des Igels an die Seite setzen, der caudalwärts sich bis aufs Ligam. nuchae ausgebreitet hat. Denkt man sich,

dass der Muskel in seinem caudalen Antheil eine Reduction erfahre, die nicht nur sämmtliche Fasern von der Halswirbelsäule, sondern auch die von der Lin. occip. extern. betreffe, so resultirt der Cleidooccipitalis des Kaninchens — ein weiterer Grund diesen Muskel so und nicht mit Krause Cleidomastoideus zu benennen. Muskeln der tiefen Schichte fehlen beim Meerschweinchen.

Ein tiefer, dem Omotransversarius zum Durchtritt dienender Spalt, der sich wie beim Kaninchen verhält, trennt den Cleidooccipito-cervicalis vom Dorsoscapul. sup. und damit die ventrale von der dorsalen Gruppe.

Im Gegensatz zum Kaninchen nimmt der Dorsoscapul. super. hier noch den medialen Abschnitt der Lin. occip. extern. ein, so dass er ein wenig den Cleidooccipitocervicalis deckt; dafür endigt er bereits am 5. Halswirbeldorn, so dass die der dorsalen Muskelhälfte beim Kaninchen entsprechenden Fasern nur durch eine dünnfaserige Membran vertreten sind, die ohne Grenze in den ventralen dünneren Theil des beim Kaninchen erwähnten sehnigen Zweieckes übergeht. Die der ventralen Hälfte des Kaninchenmuskels entsprechenden Fasern inseriren am caudalen Schenkel des Proc. hamat. und dem medialen Drittheil der Spina scapulae, ohne in die Fasc. deltoid. auszustrahlen. Der Dorsoscapularis infer. spannt sich wie beim Kaninchen zwischen Brustwirbelsäule, Fascia lumbodorsalis und Tuberos. spin. aus; er begrenzt sich einen Dornfortsatz weiter kopfwärts als beim Kaninchen.

Bei der Katze (Taf. XXII, Fig. 6) sind nicht nur wie beim Kaninchen und Meerschweinchen durch mächtige Entwickelung beide Dorsoscapulares zu einer Muskelplatte vereinigt, sondern es ist auch der Spalt zwischen dieser und der ventralen Muskelgruppe so schmal geworden, dass ein continuirlicher, am Ursprung geschlossener und nach den Insertionspunkten in einzelne Muskeln zerfallender Muskelmantel Hals, Schulter und Rücken dieses Säugers umgiebt.

Von der Aussenfläche des Proc. mastoid. und der lateralen Hälfte der Crista occipital. ext. entspringt mittelst einer in der Mitte sich verschmälernden sehnigen Membran (*s*) ein Muskel, der zur Spitze des Manubrium sterni zieht (*stms* + *stoc*). Er entspricht einem Sternomastoideus superfic. des Igels oder Kaninchens, der jedoch seinen Ursprung auf die Crista occip. ausgedehnt hat und wir müssen diesen Muskel daher Sternooccipitomastoideus nennen. Die medialsten Fasern der beiderseitigen Muskeln verflechten zu einem zierlichen, in der Medianlinie gelegenen Geflecht (*v*). Vom übrigen Theil der Crista occip. mit einer membranösen, in die des Sternooccipitomastoideus sich fortsetzenden Sehne und von den Proc. spinos. der ersten 3 bis 4 Halswirbel kurzsehnig entspringt ein Muskel (*cloc*+*clc*), der sich, unterbrochen durch eine sehnige Raphe (*cl*), in die medialste,

claviculare Portion des M. deltoideus (*d—cl*) fortsetzt. Dieser Muskel entspricht völlig dem Cleidooccipitocervicalis beim Meerschweinchen, nur dass der Muskel bei der Katze etwas caudalwärts verschoben erscheint. Ein schmaler Spalt, durch den der in der Tiefe entspringende schmale Omotransversarius (*otr*) an die Oberfläche sich vordrängt, bildet die Abgrenzung den Dorsoscapulares gegenüber. Entfernt man den Sternooccipitomastoideus und Cleidooccipitocervicalis, so kommt das Bündel der tiefen Lage, ein Cleidomastoideus (*clm*) zum Vorschein, der sehnig an der Spitze des Proc. mastoideus entspringt und bedeckt von den Muskeln der oberflächlichen Lage zu den medialen zwei Drittheilen der sehnigen Clavicula zieht; in Folge dessen besitzen seine Fasern einen steileren Verlauf als die der oberflächlichen Lage.

Die dorsale Gruppe besteht aus einem Dorsoscapularis superior (*dsc—s*) und inferior (*dsc—i*). Ersterer entspringt kurzsehnig, vom 5. Halswirbeldorn an jedoch mit einer caudalwärts zu immer breiter werdenden Sehnenplatte (*spr*), die bis zur Grenze zwischen 2. und 3. Brustwirbeldorn reicht und sich hier mit einem scharfen Rande begrenzt. Die Sehnenplatten beider Seiten verschmelzen zum sogenannten Speculum rhomboideum (*spr*), das lose angeheftet über die Spitzen der Dornfortsätze hinwegzieht. Seine Insertion erfolgt an der Spina scapulae, von der Dorsalseite des Processus hamatus bis zur Tuberos. spin. exclus., mit den caudalsten Fasern jedoch auf der Sehne des M. dorsoscapularis inferior. Seine Fasern steigen in annähernd paralleler Anordnung schief ab und oft gehen die lateral gelegenen Bündel unmittelbar in die Musculatur der Spinalportion des M. deltoid. (*d—sp*) über, so dass zwischen beiden Muskeln dann ein ähnliches Verhältniss besteht, wie zwischen dem Cleidooccipitocervicalis und der Clavicularportion des Deltoideus. Die laterale Muskelecke wird vom Ansatze des Omotransversarius gedeckt. Der Dorsoscapularis inferior (*dsc—i*) entspringt kurzsehnig, eng angeschlossen an den caudalen Rand der Sehnenplatte des Superior (*spr*) von den Dornfortsätzen bis zum Bereich des 10. Brustwirbels; hier findet er caudalwärts seine Fortsetzung in der Fasc. lumbodorsalis. Die Verbindung vermittelt seine caudale, ein kleines dreieckiges Sehnenfeld (*sc*) bildende Spitze. Der Muskel ist dreieckig, er besteht aus Faserbündeln, die im Gegensatz zu denen des Superior eine aufsteigende Richtung einschlagen. Sein oraler scharfer Rand liegt unter dem caudalen Rand des Speculum rhomboid. verborgen, seine Fasern convergiren zu der am dorsalen Ende der Spina scapulae sich vorfindlichen Tuberos. spinae und heften sich hier an.

Eng an den Befund bei der Katze schliesst sich jener beim Hund (Taf. XXII, Fig. 7). Wir finden hier sämmtliche Muskeln mit den Insertionsverhältnissen wie bei der Katze.

Im Bereich des Sternooccipitomastoideus findet sich beim Hund eine besonders schädelwärts deutlich ausgeprägte Spalte, die diesen Muskel in einen Sternomastoideus (*stms*) und Sternooccipitalis (*stoc*) theilt; ersterer entspringt sehnig an der Aussenseite des Proc. mastoid., letzterer an der Crista occip. extern. mit einer Aponeurose (*s*), die continuirlich in jene des Cleidooccipitocervicalis (*clocc* + *clc*) sich fortsetzt; gegen das Manubrium zu verschmelzen beide Muskeln. Der Cleidomastoideus (*clm*) verhält sich wie bei der Katze.

Dasselbe gilt für den Dorsoscapularis superior (*dsc—s*); der Inferior (*dsc—i*) endet hier etwas weiter kopfwärts (8. bis 9. Brustwirbeldorn).

Analoge Verhältnisse wie beim Hund finden wir bei dem Fischotter. Die einzelnen Muskeln sind hier sehr kräftig entwickelt und schliessen zu einem engen Muskelmantel zusammen.

Der Befund beim Bären unterscheidet sich insofern von dem beim Hund, als hier der Cleidooccipitocervicalis auf Kosten des Spaltes, der ihn vom Sternooccipitalis trennt, breiter erscheint; ein tiefer an der Claviculararraphe beginnender, hier besonders deutlich ausgesprochener und gegen die Protuber. occip. ext. zielender, doch nicht ganz bis dahin reichender Spalt theilt den Muskel in einen von der Linea nuchae entspringenden Abschnitt — M. cleidooccipitalis — und einen von der oberen Halswirbelsäule entspringenden Antheil — M. cleidocervicalis. Die Clavicularraphe setzt sich medial in eine starke Sehne fort, die am Manubrium sterni inserirt und den medialen, beim Hund nicht zur Entwickelung gelangten Fasern des Cleidooccipitalis zur Anheftung dient. Die Pars clavic. m. deltoid. inserirt gegenüber dem Cleidocervicalis und Cleidooccipitalis mit Ausnahme dieser letzterwähnten Fasern.

Der Dorsoscapularis superior und inferior verhalten sich wie bei Katze und Hund.

Beim Gürtelthier (Dasypus novemcinctus) besteht die ventrale Muskelgruppe aus zwei Muskeln, deren medialer spitzsehnig vom Processus mastoideus entspringt und sich in seinem Verlaufe wesentlich verbreiternd an der Incis. jugul. sterni und zu einer Spitze lang ausgezogen an einer sehnigen, bogenförmigen Verdickung der Pectoralfascie sich ansetzt. Die medialen tiefer gelegenen Fasern dieses Muskels entspringen muskulös und setzen sich kurzsehnig hinter den oberflächlicheren Fasern lediglich an der Incis. jugul. an. Es ist dieser Muskel unzweifelhaft ein mit dem Profundus verschmolzener Sternomastoideus superficialis. Der laterale, kräftigere Muskel entspringt ebenfalls am Processus mastoid. in der Fortsetzung des Sternomastoideus und inserirt neben und etwas unter diesem am medialsten Viertel des oralen Randes des Schlüsselbeins. Er entspricht, da der N. accessorius ihn ventral umkreist,

einem Cleidomastoideus. Knapp neben ihm lateralwärts inserirt ein schlanker Muskel, der von dem äusseren Ohr entspringt. Bronn[1] rechnet ihn als Pars ventralis zum Omotransversarius.

Die dorsale Gruppe weist kopfwärts einen breiten kräftigen Muskel auf, der vom Hinterhaupt, dem Ligam. nuchae und dem Schuppenpanzer entspringt. Eine kopfwärts gelegene, schmale, dünne Partie setzt sich über den lateralen Antheil (Viertel) des Schlüsselbeins zur oberen Extremität fort und inserirt mittels einer Aponeurose an der Unterarmfascie. Kopfwärts vom Schlüsselbein nimmt diese Partie oberflächlich die medialen Fasern eines Muskels auf, der vom äusseren Ohr entspringt und dessen laterale Fasern mit einer zarten Sehne am medialen Antheil der Spina scapulae sich anheften (Bronn's[1] zweite Hälfte der Pars ventralis des Omotransversarius). Die caudale, dickere Partie des Muskels heftet sich an die Spina scapulae vom Acromion bis zur Tuberositas spinae an. Am Acromion setzen sich ihre Fasern nach ihrer Anheftung daselbst armwärts in Form einer dreieckigen Spitze fort, die caudal von der Clavicula mit der ersteren Partie des Muskels verschmilzt. Dieser Muskel, an dessen Ventralseite sich in ihm verästelnd der N. accessor. verläuft, ist wegen dieses Umstandes und nach seiner Insertion in seiner dickeren caudalen Partie trotz seines Ursprunges von der äusseren Haut als Dorsoscapularis superior zu bezeichnen. Wir müssen hier wieder einen Beleg dafür erblicken, dass die Skeletmuskulatur mit der Hautmuskulatur in einem gewissen Zusammenhang steht (Gegenbaur). Die dünnere, kopfwärts gelegene Partie des Muskels, die sich gleich wie der Cleidooccipitocervicalis der Raubthiere zur oberen Extremität fortsetzt, dürfte wohl letzterem Muskel entsprechen, der mit dem Dorsoscapul. superior verschmolzen ist, ein Verhältniss, das wir zwar bei den bisher beschriebenen Thieren nie antrafen, das jedoch bei den später zu besprechenden Primaten die Regel ist. Seine Fortsetzung zum Oberarm dürfte der Pars clavicularis m. deltoidei, die dreieckige Spitze in der Fortsetzung der Fasern des Dorsoscapul. super. am Acromion der Pars acromialis dieses Muskels entsprechen. Die Pars spinalis m. deltoidei ist mächtig entwickelt und schliesst unmittelbar an den Pectoralis an. Der hintere Rand des Dorsoscapularis superior deckt den dünnen vorderen Rand eines Muskels, dessen Fasern im ganzen Bereich der Brustwirbelsäule vom 3. Brustwirbel caudalwärts an den Dornsätzen entspringen und convergirend mittelst einer straffen dreieckigen Aponeurose an der Tuberos. spinae sich festsetzen; caudalwärts setzen sich seine Fasern in die Fascia dorsolumbalis fort. Wir erblicken in diesem

---

[1] Nach Bronn's *Classen und Ordnungen des Thierreiches.* Bd. VI. 5. Abth. S. 731 f.

Muskel sofort den Dorsoscapularis inferior, der hier, ebenso wie bei der Katze u. s. w., vom caudalen Rand des Dorsoscapularis superior gedeckt wird; doch lässt er viel deutlicher seine Selbstständigkeit diesem gegenüber erkennen, nachdem sich hier keinerlei Fasern des Dorsoscapularis superior auf der Sehne des Inferior ansetzen, nachdem letzterer keine Beziehungen zum Schuppenpanzer eingegangen ist und überhaupt seine Fasern in ihrem ganzen Verlauf augenscheinlich in einer tieferen Schichte liegen als die des Superior.

Bevor auf die viel complicirteren Verhältnisse der Affen und des Menschen eingegangen wird, sollen die Befunde der einzelnen Vertreter der verschiedenen Säugethierordnungen kurz zusammengefasst werden. Bei allen Thieren findet man, dass der Omotransversarius durch sein an die Oberfläche-Treten eine ventrale (kopf-) von einer dorsalen (caudalwärts von ihm gelegene) Muskelgruppe scheidet. Letztere Gruppe, die, wegen der einfachen Befunde, die sie darbietet, zunächst besprochen werden soll, enthält zwei charakteristische Muskel, den Dorsoscapularis superior und inferior.

Der Dorsoscapularis superior, sowohl kopf- wie caudalwärts bei den verschiedenen Thieren verschieden weit sich ausdehnend, tritt doch wegen seiner Parallelfasrigkeit, seiner charakteristischen Gestalt (Specul. rhomboid.) und seiner Insertionsverhältnisse überall augenfällig hervor. Caudalwärts begrenzt sich sein Ursprung fast immer (eine Ausnahme bei der Fledermaus, Fig. 2 *dsc—s*) am 2. oder 3. Brustdorn, kopfwärts aber in äusserst wechselnder Weise und zwar meist in Reciprocität mit der Ausbreitung eines Cleido-occipitalis oder Cleidooccipitocervicalis. Das eine Extrem stellt die Fledermaus (Fig. 2 *dsc—s*) dar, bei der der Muskel nicht einmal die Halswirbelsäule erreicht, das andere der Igel (Fig. 3 *dsc—s*), bei dem er noch das medialste Drittel der Linea nuchae für sich in Anspruch nimmt. Seine Insertion begrenzt sich an der Tuberos. spinae einerseits, am Acromioclaviculargelenk andererseits; nur bei der Ratte reicht sie noch auf das laterale Schlüsselbeinende (Fig. 4 *dsc—s*). Das Fehlen des Muskels konnte nur beim Maulwurf beobachtet werden.

Nicht minder charakteristisch ist der Dorsoscapularis inferior. Seine Gestalt ist die eines Dreiecks, dessen Basis der Wirbelsäule zugewendet ist, und dessen eine Spitze an der Tuberos. spin. sich anheftet. Infolgedessen müssen seine Fasern gegen letztere fächerförmig convergiren, was zur Folge hat, dass der Muskel gegen dieselbe dicker wird, dass sich aber andererseits, wie beim Kaninchen (Fig. 5 *dsc—i*) besonders schön zu erkennen ist, die Fasern bei ihrer Insertion in zwei Lagen anordnen, von denen die tiefe aus den lateral gelegenen Muskelfasern hervorgeht und medial neben der oberflächlichen etwas zum Vorschein kommt. Die caudale Spitze des

Dreieckes wird durch ein dreieckiges, mehr oder minder breites Sehnenblatt (Figg. 2—7 *sc*) abgestumpft, dessen Fasern mit der Fasc. lumbodorsal., resp. der Sehne des theilweise vom Dorsoscapul. inf. gedeckten Latissimus dorsi (Figg. 2—7 *ld*) in Verbindung stehen. Je nach seiner Ausdehnung kopfwärts kann der Muskel bis zum Dorsoscapul. super. reichen oder nicht; im ersteren Fall (Carnivoren, Dasypus, Ungulaten) kann er sich sogar unter diesen schieben, so dass die Trennung beider Muskeln Schwierigkeiten macht (Katze Fig. 6 *dsc—i*, Hund Fig. 7 *dsc—i*, Bär). Im letzteren Fall (Monotremen, Edentaten, Insectivoren, Chiropteren, Glires, Carnivoren, Ungulaten[1]) ist die Selbstständigkeit beider Muskeln augenfällig; es kann hier wieder eine sehnige Aponeurose beide Muskeln verbinden (Kaninchen Fig. 5 *ap*, Meerschweinchen) oder sie können gänzlich durch einen mehr oder minder breiten Spalt von einander getrennt sein (Igel Fig. 3, Ratte Fig. 4, Fledermaus Fig. 2). Im letzteren Fall kann der Ursprung des Dorsoscapul. infer. so schmal geworden sein, dass der dreieckige Muskel bandförmig wird (Igel Fig. 3 *dsc—i*, Fledermaus Fig. 2 *dsc—i*, Maulwurf). Characteristisch für die Carnivoren, Ungulaten, Dasypus ist ferner die Insertion des Muskels an der Tuberos. spinae (die medial davon gelegene Knochenpartie, ein dreieckiges Feld bleibt ganz frei) mit einer dreieckigen Sehne, deren kopfwärts gelegenen Fasern die längsten, jedoch durch die Insertion des Dorsos capul. super. gedeckt sind (Katze Fig. 6, Hund Fig. 7).

Die kopfwärts vom Omotransversarius gelegene ventrale Gruppe schliesst sich an die dorsale eng an (Raubthiere Fig. 6, 7, Meerschweinchen) oder sie ist von ihr durch einen verschieden breiten Zwischenraum getrennt (Kaninchen Fig. 5, Ratte Fig. 4, Fledermaus Fig. 1, 2, Igel Fig. 3). In beiden Fällen verhält sie sich, in ihrer Ausdehnung caudalwärts reciprok zur Entwicklung der caudalen Gruppe, speciell des Dorsoscapul. super. Beim Hund (Fig. 7) und der Katze (Fig. 6) mit ihren breit entwickelten Cleidooccipitocervicales reicht die caudale Gruppe nur bis zur Mitte der Halswirbelsäule, beim Igel (Fig. 3) mit seinem schmalen Cleidooccipitalis bis auf die Linea nuchae.

Die kopfwärts vom Omotransversarius gelegene Gruppe lässt Muskeln einer oberflächlichen und einer tiefen Schichte unterscheiden. Erstere sind ein Sternomastoideus superficialis, ein Sternooccipitalis, Cleidooccipitalis und Cleidocervicalis, wiewohl in vielen Fällen die beiden ersteren, fast stets die beiden letzteren mit einander verschmolzen erscheinen. Der Ursprung der an das Sternum sich anheftenden Muskeln erfolgt in sehr verschiedener Breite, einmal nur von der Aussenseite der Pars mastoidea[2],

[1] Nach Bronn's *Classen und Ordnungen des Thierreiches*. Bd. VI. 5. Abth. S. 720.

[2] Bei Thieren mit wohlentwickeltem Proc. mastoideus längs seiner Wurzel.

wie beim Kaninchen (Fig. 5 *stms*), Meerschweinchen, Igel (Fig. 3 *stms*), der Ratte (Fig. 4 *stms*), Fledermaus (Figg. 1, 2 *stms*), dem Maulwurf, dem Gürtelthier; in diesen Fällen müssen wir das ganze Bündel als Sternomastoideus (superf.) bezeichnen und ein Sternooccipitalis ist nicht vorhanden. Das andere Mal erfolgt er auch vom hinteren Theil der Pars mastoidea und dem anschliessenden Theil der Lin. occip. extern. in verschiedener Ausdehnung dorsalwärts; dem Sternomastoideus (superf.) hat sich noch ein Sternooccipitalis beigesellt. Beide Muskeln können dann wie bei der Katze (Fig. 6 *stms*, *stoc*) zu einem Sternooccipitomastoideus verschmolzen sein, oder wie beim Hund (Fig. 7 *stms*, *stoc*), Bären und dem Fischotter getrennt bleiben.[1] Die clavicularen Muskeln können in ähnlicher Weise lediglich von der Lin. occip. und dem angrenzenden Theil der Pars mastoid., ja selbst nur von dieser entspringen (Kaninchen Fig. 5 *cloc*, Maulwurf, Igel Fig. 3 *cloc*, Ratte Fig. 4 *cloc*) — M. cleidooccipitalis —, oder auch von der oberen Halswirbelsäule (Lig. nuchae) — M. cleidooccipitocervicalis (Katze Fig. 6 *cloc* + *clc*, Hund Fig. 7 *cloc* + *clc*, Meerschweinchen, bei welch letzterem der cervicale Antheil verkümmert ist). Der cervicale Antheil kann durch einen Spalt (Bär) als eigene Portion — M. cleidocervicalis — vom Cleido occipitalis abgetrennt sein.

Die Muskeln der tiefen Schichte sind der Sternomastoideus profund. und der Cleidomastoideus. Ersterer ist sehr oft mehr oder minder innig mit seinem oberflächlich gelegenen Namensvetter verschmolzen. Schön ausgeprägt zeigt ihn die Ratte und der Maulwurf, etwas weniger deutlich der Igel, die Fledermaus und das Gürtelthier. Es lassen sich jedoch auch bei den Raubthieren (Katze, Hund, Bär, Fischotter) und vielleicht beim Kaninchen Elemente dieses Muskels nachweisen. Es fällt bei diesen Thieren auf, dass der Sternomastoideus superf. am medialen Rand seiner Innenseite eine Verdickung zeigt, die sich in einiger Entfernung von seinem lateralen Rand scharf absetzt. Es ist diese Verdickung eine Auflagerung von Fasern an der Innenseite des Muskels, die mit denen des Cleidomastoideus entspringen und den Eindruck hervorrufen, als wäre der mediale Rand des Sternomastoideus superf. eingerollt. Bei der Katze und dem Bären drängen sich diese Fasern am lateralen caudalen Muskelrand hervor, um an der Spitze des Manubriums stern. anstatt wie die oberflächlichen Fasern an einer medianen, sehnigen Raphe — die Fortsetzung des Manubriums kopfwärts — zu inseriren (beim Bär auch an der an's Manubr. sich festheftenden Fortsetzung der Clavicularraphe). Beim Kaninchen lösen sich die tiefen Fasern

[1] Le Double, *Variat. du syst. musc.* Paris 1897. T. I. p. 107; Testut, *Anom. musc.* Paris 1884. p. 220 und Maubrac, *Recherches anat. et physiol. sur le m. sternocléidom.* Thèse. Bordeaux 1883. p. 13 geben letzteres Vorkommniss noch für mehrere Säuger an.

lateral innen von den oberflächlichen ab und inseriren wie beim Bären mit einem Sehnenfächer an der medialen Fortsetzung der rudimentären Clavicula, dem Lig. sternoclaviculare bis zum Manubrium hin. Diese Auflagerung von Fasern an der Innenseite des Sternomast. superf., die einen von letzterem verschiedenen, unter dem seinigen gelegenen Insertionspunkt besitzen und gemeinsam mit dem 2. Muskel der tiefen Lage, dem Cleidomastoideus entspringen, entsprechen meiner Auffassung nach dem Sternomast. profund. Der Umstand, dass dieser Muskel nur selten ein deutlich gesondertes Bündel darstellt, sondern gewöhnlich mit dem Sternomast. superf., unter den er zu liegen kommt, verschmolzen ist, ist der Grund, dass dieser Muskel in der Litteratur wenig Beachtung fand und nur für solche Thiere als selbstständig beschrieben wurde, bei denen er als getrenntes Bündel auftritt (Ornithorhynchus, Myrmecophaga, Oryoteropus, bei Chiropteren u. s. w.).[1] Dem Meerschweinchen fehlt eine tiefe Schichte gänzlich.

Ein ziemlich constantes Element stellt der zweite Muskel der tiefen Schichte, der Cleidomastoideus, dar. Ausser dem Meerschweinchen fehlt er den meisten Fledermäusen, dem Kaninchen und noch mehreren Säugern.[1] Ob beim Kaninchen nicht der Basiohumeralis Krause (Fig. 5 *clm*) die Stelle des Cleidomastoideus vertritt, halte ich nicht für ausgeschlossen, da ja der Cleidomastoideus bei anderen Thieren seinen Ursprung von der Schädelbasis, ja selbst den Proc. transv. der Halswirbel nehmen kann.[2] Seinen Ursprung nimmt er in der Regel gemeinsam mit dem Sternomastoideus profund. von der Pars mastoidea (bei wohlentwickeltem Proc. mastoideus von dessen Spitze), manchmal theils sehnig, theils fleischig, gewöhnlich doch nur fleischig, wobei er sich an die Hinterseite der Sehne des Sternomastoid. profund. anlehnt. Seine Fasern haben einen steileren Verlauf als jene der oberflächlichen Lage und gelangen mit diesen daher zur Kreuzung. Der durchtretende N. accessor. spaltet den Muskel oft mehr oder minder durchgehends in zwei nebeneinander liegende Bündel (Katze, Hund). Der Muskel ist schmal, jedoch ziemlich dick und inserirt beim Vorhandensein eines Schlüsselbeins am sternalen Ende seines oberen Randes, bei Thieren mit rudimentärer Clavicula jedoch wie der Cleidooccipitocervicalis (Cleidooccipitalis), von ihm zum Theil wenigstens gedeckt, gegenüber der Pars clavic. m. deltoid. an der Clavicularraphe. Es scheint daher, besonders wenn die letztere schwach ausgeprägt ist, der Cleidomastoideus wie der Cleidooccipitocervicalis mit seinen Fasern in die des Deltoideus überzugehen („Gemeinschaftlicher Muskel“ der Raubthiere und Ungulaten). Solch ein mit dem Deltoideus verschmolzener Cleidomastoideus heisst Mastohumeralis, ein Cleidooccipito-

[1] Vgl. Bronn, a. a. O. S. 702 ff.

[2] Vgl. unten den Befund bei Macacus.

cervicalis: Cephalohumeralis. Demnach zieht bei den Raubthieren (Katze Fig. 6 *cloc+clc, d—cl, clm,* Hund Fig. 7 *cloc+clc, d—cl, clm,* Bär, Fischotter) und Ungulanten, aber auch beim Kaninchen (Fig. 5 *cloc, d—cl*), Meerschweinchen und Gürtelthier ein langgestrecktes Muskelband vom Kopf zur Vordergliedermasse: beim Hund nur bis zum Oberarm, bei der Katze und dem Gürtelthier zum Unterarm, bei einigen Fledermäusen[1] selbst bis zum Daumen. In den beiden letzterwähnten Fällen sind noch andere Muskeln in den Verlauf dieses Kopfarmmuskels aufgenommen (bei der Katze der Brachialis intern.). Bei den Carnivoren ist der Cleidomastoideus gegen den Cleidooccipitocervicalis (Cleidooccipitalis) am Clavicularstreif sternalwärts etwas verschoben, ein Insertionsverhältniss, das auch bei den übrigen Thieren zu beobachten ist. Bei Thieren mit wohlentwickelter Clavicula rückt die Insertion der schmäler werdenden clavicularen Fasern medianwärts, des Deltoideus jedoch etwas lateralwärts, eine Aenderung, die man bereits beim Kaninchen durch eine kleine Verschiebung des Cleidooccipitalis medianwärts angedeutet findet (Fig. 5 bei *cl*). Die Pars clavic. m. deltoid. stellt nicht mehr die directe Fortsetzung der am Schlüsselbein inserirenden Portionen dar; es besteht hier sohin kein „Gemeinschaftlicher Muskel" mehr.

Die Autoren fassen die caudalwärts vom Omotransversarius gelegenen Muskeln unter dem Sammelnamen „Cucullaris", die kopfwärts von ihm gelegenen als „Sternocleidomastoideus" zusammen. Aber nicht durchwegs; Strauss-Durkheim[2] nennt den Cleidooccipitocervicalis der Katze (Fig. 6, *cloc + clc*) Clavocucullaris und lässt auf diese Weise den Cucullaris autor. aus 3 Portionen sich zusammensetzen. Ebenso zählen einige Autoren diesen Muskel als Pars occipitalis beim Ursus americanus und als M. occipito-pollicien bei Vespertilio zum Cucullaris autor. (Maisonneuve[3]); Meckel[4] ist für alle Carnivoren derselben Ansicht. Wie Maubrac[4] muss man sich, nachdem wir den Durchtritt des Omotransversarius als Grenze zwischen der als Cucullaris und Sternocleidomastoideus zusammenzufassenden Gruppe aufstellten, gegen eine solche Zusammenfassung aussprechen, wenngleich andrerseits nicht ausser acht zu lassen ist, dass ja alle Muskeln der oberflächlichen Lage ein und derselben Muskelschicht angehören. Ueber die abweichenden Verhältnisse des Gürtelthiers vgl. später.

Vom Affen hatte ich 2 Catarrhinen zu untersuchen Gelegenheit, einen Macacus cynomologus (Javaneraffe) und einen nicht näher bestimmten Semnopithecus. Beide unterscheiden sich in ihren Befunden so unbedeutend,

---

[1] Testut, a. a. O. p. 92 (M. occipito-pollicien).
[2] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 93.
[3] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 92.
[4] Maubrac, a. a. O. p. 20.

dass sie gemeinsam beschrieben werden können. In der seitlichen Halsgegend findet man einen auf den ersten Blick einheitlieh erscheinenden Muskel, der sich jedoch bei näherer Präparation als aus zwei Faserlagen, einer oberflächlichen und tiefen, zusammengesetzt erweist. Erstere enthält einen Sternomastoideus superfic., einen schlanken Muskel, der an der Aussenseite des hier wie beim Menschen gestalteten Processus mastoideus mit einer dünnen Aponeurose entspringt und mit einer kräftigen Sehne (bei Semnopithecus fleischig) an der Ventralseite des Manubriums sich festsetzt. Durch einen schmalen, dem Sternoclaviculargelenk entsprechenden Spalt, der jedoch nicht bis zum Ursprung der Muskeln reicht, ist dieser Muskel von seinem dorsalen Nachbar, einem Cleidooccipitalis, getrennt. Dieser Muskel ist breiter als beim Igel oder gar Kaninchen, entspringt in der Fortsetzung des Ursprungs des Sternomastoid. super. von der Aussenseite der Pars mastoidea und der lateralen Hälfte der Lin. nuchae mit einer breiten Aponeurose und zieht sich etwas verschmälernd zum inneren Drittheil des vorderen Schlüsselbeinrandes. Beim Semnopithecus ist dieser Muskel bei seiner Insertion so breit, wie an seinem Ursprung, dass er einerseits mit dem Sternomastoid. verschmilzt, andrerseits bis zur Hälfte des Schlüsselbeins reicht. Nach Entfernung dieser zwei oberflächlichen Portionen bekommt man die Muskeln der tiefen Lage zur Ansicht. Ein Sternomastoideus profund. entspringt mit einer schmalen, kräftigen Sehne von der Spitze des Proc. mastoideus und inserirt an der Incis. jugul. sterni; ein Cleidomastoideus entspringt fleischig an die Sehne des Sternomastoideus profund. angelehnt und heftet sich mit letzterem divergirend am innersten Viertel der Clavicula unter dem Cleidooccipitalis an.[1]

Ein dreieckiger Spalt, der seine Basis an der Mitte des Schlüsselbeins liegen hat, trennt diesen Muskelcomplex (der dem Sternocleidomastoideus autor. beim Menschen entspricht) von einer mächtigen Muskelplatte, dem Cucullar. autor. des Menschen. Sie entspringt in der unmittelbaren Fortsetzung des Cleidooccipitalis vom medialsten Drittheil der Linea nuchae, von den Dornfortsätzen der Halswirbelsäule (Lig. nuchae) und dem 1. bis 10. (Semnopithecus 12.) Brustdorn und zwar vom 4. Hals- bis 2. Brustdorn mit einem Speculum rhomboid., das nahe seinem caudalen Ende die grösste Breite besitzt. Eine kleine dreieckige Sehne bildet die caudale Spitze des Muskels. Die fleischig vom Occiput und sehnig von der oberen Halswirbelsäule entspringenden Fasern inseriren fleischig am lateralen Viertel des

[1] Interessant sind zwei Bündel, die, ob regelmässig oder nur als anomaler Befund, bei meinem Macacus sich vom Cleidomastoideus abzweigten: das eine bei seinem Ursprung, und dies zog dorsalwärts, um sich dem Omohyoideus zuzugesellen; das andere entsprang vereint mit dem Omotransversarius an der Vorderseite des Proc. transvers. atlant., um sich bei der Insertion mit dem Cleidomastoideus zu vereinen.

Schlüsselbeins (bei Semnopithecus ist es nicht einmal ein Viertel), wir wollen sie vorläufig als die clavicularen Fasern des Muskels bezeichnen. Die caudal bis zum Bereich des 2. Brustdorns (caudales Ende des Speculum) folgenden transversalen Fasern ziehen annähernd parallel zur Spina scapulae ausschliesslich der Tuberositas; die caudalsten dieser Fasern heften sich nicht mehr an der Spina, sondern auf der Sehne der nächstfolgenden Fasern an. Diese entspringen fleischig und convergiren aufsteigend gegen die Tuberositas spinae, an die sie sich mit einer dreieckigen Sehne anheften — aufsteigende Fasern des Muskels; sie bilden in ihrer Gesammtheit ein Dreieck mit der Spitze an der Tuberositas. Der Omotransversarius inserirt beiläufig an derselben Stelle wie bei den früher beschriebenen Thieren, am kopfwärts gelegenen Rand der Extrem. acrom. spinae, aber er wird hier in seiner Insertion nicht oberflächlich, sondern er ist wegen der geschlossenen Entwickelung des Cucullaris gezwungen, sich unter dessen Fasern anzuheften. (Bei meinem Semnopithecus hatte der Muskel mit Auslassung des Acromioclaviculargelenkes noch das lateralste Ende des Schlüsselbeins für sich in Anspruch genommen.)

Beim Menschen finden wir im grossen Ganzen denselben Befund wie bei Macacus, nur fehlt dem Menschen ausser in anomalen Fällen der Omotransversarius. Im Bereich des Cucullaris autor. finden sich beim Menschen wenig Verschiedenheiten, recht wechselnd jedoch, wenn auch im Wesen stets dasselbe bleibend, kann sich das Bild im Bereich des Sternocleidomastoideus autor. gestalten. Betrachten wir zuerst diese Gruppe. Sie stellt sich auf den ersten Blick als ein einheitlicher, bald schmälerer, bald breiterer, einmal dicker, dann dünnerer, in Breite wie Ausdehnung seiner Schädel- wie Schulterinsertion variirender Muskel dar; doch lässt sich dieser scheinbar einheitliche Muskel, wenn man bei sorgfältiger Präparation von vorne oder vortheilhaft auch nach Ablösung seiner Insertionsstellen von innen her[1] die natürlichen Spalträume in seinem Fleisch aufzusuchen sich bemüht, leicht in seine Bestandtheile zerlegen. Wie bei Macacus lässt sich eine oberflächliche und tiefe Schichte unterscheiden, deren erstere in einen Sternomastoideus superf., einen Sternooccipitalis und Cleidooccipitalis, letztere in einen Sternomastoideus profund. und Cleidomastoideus zerfällt.

Das stärkste Bündel ist der Sternomastoideus superficialis; er begrenzt den medialen Rand des Sternocleidomastoideus. Ich sah ihn nie fehlen, wohl aber Macalister.[2] Er verbreitert sich beträchtlich schädelwärts und inserirt hier mit einem Sehnenblatt von verschiedener Breite an der äusseren Peripherie des Proc. mastoideus bis zum hinteren Rand der

[1] Diese Methode empfiehlt auch Vlacovich (*Atti del r. istit. venet.* 1875—76. Vol. II. S. V.).

[2] Nach Testut, a. a. O. p. 216.

Pars mastoidea längs einer Linie, die vom vorderen Rand derselben (in der Höhe des äusseren Gehörgangs) beginnend in die Linea nuchae übergeht. Die Insertion an der Vorderfläche des Manubrium sterni erfolgt mittels einer nach unten sich zuspitzenden Sehne in bald grösserer, bald geringerer Entfernung von der Incisur. jugul. und der Medianlinie des Sternums; an letzterer Stelle kann eine mehr minder innige Durchflechtung der Fasern beider Seiten stattfinden. Dass die Anheftung auch ausschliesslich an der Incis. jugul. statthaben kann [1], habe ich nie wahrgenommen.

Im unmittelbaren Anschluss an diesen Muskel findet sich der gewöhnlich recht schwach entwickelte Sternooccipitalis; oft erscheint er nur als Verbreiterung des Sternomastoid. superf. nach hinten (lateral), manchmal ist er jedoch von ihm oben oder unten oder in der ganzen Ausdehnung getrennt; er kann unter Umständen auch ganz fehlen. Der Ursprung vom Schädel geschieht mit einem Sehnenblatt, das in dasjenige der erstbeschriebenen Portion continuirlich übergeht. Die Anheftung am Manubrium mit einer kurzen, bandförmigen Sehne aussen oben neben der der ersten Portion.

Die dritte, am meisten variable Muskel der oberflächlichen Schichte ist der dünne Cleidooccipitalis. Er entspringt an der Linea nuchae mit einem vorne in das des Sternomastoideus (bezw. Sternooccipitalis), nach hinten des Cucullaris autor. übergehenden Sehnenblatt, und inserirt fleischig oder gewöhnlich mit einer kurzen, breiten Sehne am oberen Rand der Extremitas sternal. clavic. Er kann eine beträchtliche Breite erreichen, öfter aber nur durch einige spärliche Fasern vertreten sein oder ganz fehlen. [2] Der Cleidooccipitalis kann ganz oder theilweise mit dem Sternooccipitalis (Sternomastoideus bei Fehlen des ersteren) verschmolzen sein. An der clavicularen Insertion spaltet sich der Muskel manchmal in 2 Bündel (Walsham [3], Maubrac [4]), an dem occipitalen Ursprung in 2 (Le Double [5]), selbst 3 (Nicolas [6]) Bündel. Zum Cleidooccipitalis dürften auch selten vor-

[1] Testut, a. a. O. p. 215. § III β.

[2] Trotzdem darf er wie der Sternooccipitalis keineswegs, was selbst in der neueren Litteratur (Testut, Le Double) geschieht, als aberrirendes, anomales Muskelbündel aufgefasst werden. Die Thierbefunde haben gelehrt, dass Sternooccipitalis und Cleidooccipitalis ebenso gleichwerthige Portionen des Sternocleidomastoideus autor. darstellen, wie der Sternomastoideus superf. oder Cleidomastoideus. Als anomale Muskelbündel dürfen nur jene aufgefasst werden, die anstatt zu einem der normalen Insertionspunkte zu einem benachbarten Punkte des Skelets, der Muskulatur oder der Haut hinziehen.

[3] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 217 und nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 109.

[4] Citirt nach Maubrac, a. a. O. Pl. 1.

[5] Le Double, a. a. O. T. I. p. 108.

[6] Citirt nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 109.

kommende Faserzüge (je ein Fall von Maubrac[1], Testut[2] und mir) von dem hinteren Theil der Pars mastoid. zur Extrem. sternal. clavicul. — demnach ein Cleidomastoideus superfic. — zu zählen sein, die jedoch nicht eine selbstständige Portion darstellen, da sie stets mit dem Sternomastoid. superf. verschmolzen angetroffen werden.

Die beiden Portionen der tiefen Schichte heften sich am Schädel an der Spitze des Proc. mastoideus an, welche Stelle wohl zu unterscheiden ist von der Aussenfläche dieses Fortsatzes, der Ansatzstelle der oberflächlichen Faserlage; dies wird besonders bei Embryonen und Kindern ersichtlich; bei einem 5- bis 6monatl. Fötus betrug der Abstand der Anheftungsstellen beider Faserlagen 1 cm. Den Litteraturangaben gemäss ist die tiefe Faserlage nur durch den kräftigen, oben spitz auslaufenden, unten verschieden breiten Kopf, den Cleidomastoideus repräsentirt, den nach einem Präparat bei einem Kind (Taf. XXII, Fig. 8 *clm*) versinnbildlicht. Der Muskel ist oft durch einen verticalen Spalt[3] für den Durchtritt des N. accessor. (*n*) in zwei hinter und neben einander liegende Abschnitte getheilt. Seine Schlüsselbeininsertion erfolgt in verschiedener Breite, selten sehnig, gewöhnlich fleischig, hinter der des Cleidooccipitalis in wechselnder Entfernung vom Sternoclaviculargelenk. Seinen Ursprung von der Spitze des Proc. mastoid. vermittelt eine starke, conische Sehne; in 2 meiner Fälle verbreiterte sich diese nach hinten zu einem Sehnenblatt (in Analogie mit der oberflächlichen Schichte), das sich an einer von der normalen Insertionsstelle des Muskels nach hinten oben ziehenden, bei vielen Schädeln gut ausgeprägten Leiste (Rauhigkeit) ansetzte. Nach Vlacovich[4] hat Krause dieselbe Beobachtung gemacht. Bei Kindern, wo noch kein Proc. mastoid. zur Ausbildung gekommen ist, erfolgt der Ansatz des Muskels an derselben Stelle, wo später dieser Fortsatz sich entwickelt; die oberflächliche Schichte hingegen heftet sich zu dieser Zeit noch nicht an die Pars mastoidea, sondern an's Bindegewebe an Stelle der späteren Sutura parietomastoidea an; den vorderen Theil ihrer Anheftungslinie (Ursprung des Sternomastoideus superf.) übernimmt später jene Partie der Schuppe, die über den Proc. mastoid. hinabwächst, so dass eigentlich entwickelungsgeschichtlich der Sternomastoid. superf. als ein Sternosquamosus dem profund. als eigentlichem Sternomastoideus gegenüberzustellen ist.[5]

Der tiefen Faserlage gehört aber noch ein Sternomastoideus profundus an, der allerdings so schön wie bei Macacus in den meisten Fällen beim Menschen nicht zur Entwickelung gekommen ist. Nachweisen

---

[1] Maubrac, a. a. O. p. 16 und 17, II. Obs.

[2] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 219 unten.

[3] Vgl. oben S. 348.

[4] Vlacovich, a. a. O.

[5] Bei einigen Säugern dürfte sich dieselbe Unterscheidung durchführen lassen.

lassen sich seine Fasern jedoch immer. Wenn man den Sternomastoid. superf. von innen her untersucht, so findet man, dass die Faserzüge an der Innenseite seiner medialen Hälfte, in deren Bereich der Muskel überhaupt etwas dicker erscheint, am Schädel gemeinsam mit der Sehne des Cleidomastoideus entspringen und nicht in die an der Vorderseite des Manubriums sich anheftende Sehne des Sternomastoid. superfic. übergehen, sondern nur bis zur Incis. jugul. reichen und sich hier festsetzen, ein Verhalten, wie es dem des Sternomastoideus profund. bei den Thieren entspricht.[1] Dass diese innere Faserlage des Sternomastoideus wirklich einem Sternomastoid. profundus entspricht, der mit dem superficiellen mehr oder minder innig verwachsen ist, erhellt besonders daraus, dass diese Fasern in einigen Fällen als eine selbstständige, leicht von den übrigen trennbaren Muskelportion auftraten. Als solche wurde er von Maubrac[2], Richet (1873), Theile, Macalister, Wood, Testut[3] und Gérard[4] beobachtet, welch Letzterer diese Anomalie auch abbildet. Auch mir kam ein solcher Fall zur Beobachtung, den abzubilden ich der Mühe werth hielt (Taf. XXII, Fig. 9). Das Individuum wies auf der rechten Halsseite neben einem normale Insertionsstellen darbietenden Sternomastoideus superf. (*stms*), Sternooccipitalis (*stoc*), Cleidomastoideus (*clm*, ungetheilt) ein Faserbündel auf, das zweigetheilt sehnig vom vorderen Rand der Spitze des Proc. mastoideus vorne neben dem Cleidomastoideus entsprang. Der vordere, etwas oberflächlichere Antheil desselben (*stmp*) zog zur Incis. jugul. und dem sternalen Gelenkende des Schlüsselbeins (*cl*), wo die Insertion mit Auslassung des Gelenkes mit einer flachen Sehnenbrücke stattfand; ein hinterer Antheil ($stmp_1$) inserirte oben an den Cleidomastoideus gelehnt fleischig hinter dem vorderen am Schlüsselbein. Vom vorderen Antheil dieses Sternomastoideus profund. zog ein Communicationsbündel (*stmp—s*) zum unteren Ende des Sternomastoid. superf., der N. accessor. (*n*) durchsetzte den Spalt zwischen beiden Köpfen des Sternomastoid. profund. Im Bereich des Cleidomastoideus stehen trotz der gegentheiligen Angabe Testut's[5] die Fasern der tiefen Schichte in keinem Zusammenhang mit den Fasern der oberflächlichen Schichte; Testut wurde schon von Maubrac[6] und Le Double[7] widerlegt und auch ich muss gestehen, trotz der grossen Zahl von Muskeln, die ich bei Erwachsenen, Kindern und Embryonen untersucht habe, eine solche

[1] Vgl. hierzu oben S. 347 unten.
[2] Maubrac, a. a. O. p. 28 Obs. und Pl. 5.
[3] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 215 f.
[4] *Bibliogr. anatom.* Paris und Nancy 1898. T. VI. Fasc. 4.
[5] Testut, a. a. O. p. 214.
[6] Maubrac, a. a. O. p. 10 (auch citirt in Le Double, a. a. O. T. I. p. 105).
[7] Le Double, a. a. O. T. I. p. 105.

Verschmelzung nie wahrgenommen zu haben; eine Ausnahme macht sein Ursprung an der Spitze des Warzenfortsatzes, wo die gemeinsam mit dem Cleidomastoideus entspringenden, später aber mit dem Sternomastoideus superfic. verschmelzenden Fasern des Sternomastoideus profund. den Eindruck hervorrufen, als stände hier der Cleidomastoideus im Faseraustausch mit der oberflächlichen Schichte. Auch eine Verschmelzung der clavicularen Insertionen des Cleidooccipitalis und Cleidomastoideus (**Wood**) dürfte höchst selten sein, gewöhnlich liegen sie (**Maubrac**[1]) 2 bis 8 mm auf dem oberen Schlüsselbeinrand von einander entfernt.

Wie bei **Macacus** finden wir auch beim Menschen in der hinteren Hals- und Rückengegend eine auf den ersten Blick einheitliche Muskelplatte, den **Cucullaris autor.** (Taf. XXII, Fig. 10). Wir erkennen auch hier die 3 Arten Fasern, die clavicularen, transversalen und aufsteigenden wieder, aus denen sich der Muskel zusammensetzt. Erstere, von den Autoren auch absteigende Fasern genannt (*clc*), entspringen in verschiedener Ausdehnung (reciprok der Ausdehnung des Cleidooccipitalis (*cloc*) nach hinten, aber auch abhängig von der Breite des Spaltes zwischen beiden Muskeln) von der Linea nuchae mit einem Sehnenblatt, das vorne in dasjenige des Cleidooccipitalis continuirlich übergeht, nach hinten aber immer breiter wird und sich unvermittelt in die kurzen Sehnenfasern fortsetzt, mittels welcher der Muskel vom Ligam. nuchae bis zum 6. Brustdorn seinen Ursprung nimmt. Caudalwärts werden diese Sehnenfasern wieder breiter und grenzen an das gleich zu beschreibende Specul. rhomboid. Die clavicularen Fasern reichen demnach beim Menschen etwas weiter caudalwärts als bei Macacus. Ihre Insertion erfolgt mit sehr kurzen Sehnenfasern (anscheinend fleischig) auf einem dreieckigen Feld, auf der Oberseite des acromialen Schlüsselbeinendes (*cl*), dessen Spitze gegen den Schlüsselbeinansatz des Cleidooccipitalis hinzielt.

Die **transversalen** Fasern (*dsc—s*) bilden in ihrer Gesammtheit ein Trapez. Sie laufen insgesammt parallel, sind in dickerer Schichte angeordnet als die Nachbarfasern und entspringen von den Proc. spin. des 7. Hals- und der 2 bis 3 ersten Brustwirbel mit der betreffenden Hälfte des locker an den Spitzen der Dornfortsätze haftenden Speculum rhomb. (*spr*), und nur am caudalen Rand der Innenseite in der Breite 1 cm fleischig. Am Schulterblatt inseriren diese Fasern oberflächlich sehnig, sonst fleischig an der oberen Lippe der Spina scapulae (*sp*) vom Acromioclaviculargelenk (*gl*) bis ausschliesslich zur Tuberos. spinae (*ts*). Die transversalen Fasern schieben sich oberflächlich kopf- wie caudalwärts über die clavicularen bezw. aufsteigenden Fasern. Besonders deutlich kommt dies beim nach vorn um das acromiale Schlüsselbeinende gekrümmten Acromion (*acr*) zum Ausdruck,

[1] **Maubrac**, a. a. O. p. 18.

wo die an dessen medialem Rand inserirenden transversalen Fasern einen Theil des acromialen Clavicularendes und damit der Insertion der claviculären Fasern decken. Andererseits verlieren wie bei Macacus die caudalsten transversalen Fasern ihre Insertion an der Spina und setzen sich auf dem proximalsten Theil der Sehne (*si*) der aufsteigenden Fasern fest. Interessant ist, dass die clavicularen, aber auch die transversalen Fasern sich über die Clavicula, bezw. Spina hin mit den Fasern des Deltoideus (*d—cl*, *d—sp*) verbinden können (Macalister[1]), was an Befunde bei Thieren erinnert.[2] (Auf Fig. 10 findet sich bei *sp* dies Verhältniss angedeutet.)

Die aufsteigenden Fasern (*dsc—i*) bilden in ihrer Gesammtheit eine dreieckige Platte, die von den Proc. spinos. wie von den dazwischen ausgespannten Bandmassen vom 3. (4.) bis 12. (10. 11.) Brustwirbel[3] entspringt und an der Tuberos. spinae (*ts*) inserirt (nicht, wie sich oft ungenau angegeben findet, an der Spina scapulae). Der Ursprung an der Wirbelsäule erfolgt fleischig, nur bis zum 5. Brustdorn abwärts in seinen oberflächlichen Fasern mit nach unten abnehmender Breite sehnig (was dem Speculum rhomb. nach unten zu einen Abschluss verleiht) und caudalwärts vom 8. Brustdorn abwärts mit Zuhülfenahme einer schmalen, dreieckigen, caudalwärts breiter werdenden Sehne (*sc*), die an ihrer caudalen Spitze unmerklich in die Fasc. lumbodorsalis (*fl*) übergeht und der wir bei allen Säugern begegneten. An die Tuberos. spinae heften sich diese Fasern mit einem scharf ausgesprochenen, höchst charakteristischen, dreieckigen Sehnenblatt (*si*) an. Die kopfwärts gelegenen Fasern dieser Sehne sind die längsten, jedoch in ihrer ganzen Ausdehnung nicht sichtbar, da auf ihrem medialen Antheil wie bei Macacus die caudalsten transversalen Fasern sich festsetzen. Gegen den unteren Sehnenrand werden die Fasern wieder länger und spalten hier oft ein Faserbündel (*sifi*) ab, das die Insertion an der Wirbelsäule verloren hat und an der Fasc. infraspin. (*fi*) sich anheftet. Umgekehrt können an der Wirbelsäule entspringende Fasern die Tuberos. spin. nicht erreichen und dann den Angulus infer. scapul. (Wood[4]) oder den M. angul. scapul. (Budge[5]) als Insertionspunkt aufsuchen. Da die Muskelfasern in so breiter Ausdehnung an der Wirbelsäule entspringen und an einem so wenig

[1] Citirt nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 194; Testut, a. a. O. p. 95.

[2] Vgl. oben S. 348 unten.

[3] Hier und da auch nur bis zum 9. oder 8. (Zagorsky, Theile, Meckel, Wood, Macalister), ja selbst 7. Brustdorn (Rauber), manchmal auch wie in Fig. 10 auf beiden Seiten verschieden hoch (Le Double, a. a. O. T. I. p. 192).

[4] Wood, *Var. in hum. myolog.* May 1876. p. 522. Citirt nach Henle, *Handbuch der Anatomie des Menschen*, *Myolog.*, a. a. O. p. 26 und Le Double, a. a. O. T. I. p. 194.

[5] Henle und Pfeufer's *Zeitschrift*. Bd. VII. S. 273. Citirt nach Le Double, a. a. O. p. 194 und Testut, a. a. O. p. 96.

umfangreichen Punkt inseriren, so müssen sie sich zusammendrängen, ja es kommt sogar dahin, dass sie sich über einander schieben, was besonders schön an einem constanten Falz auf der Aussenseite (Hinterseite) der dreieckigen Sehne (*si*) erkenntlich wird.[1] An der Vorderseite derselben reichen die Fasern überall gleich weit und zwar weiter in's Muskelfleisch hinein, als an ihrer Hinterseite.[2]

Ergebnisse. Wie bei den übrigen Thieren, so begegneten wir auch bei den Primaten den Begriffen Sternocleidomastoideus und Cucullaris. Es entsteht nun die Frage, decken sich hier diese Namen mit den vorher bei der Zusammenfassung der Thierbefunde von uns aufgestellten oder nicht, oder mit anderen Worten, inwiefern lassen sich die Befunde beim Menschen mit denen bei den übrigen Thieren in Einklang bringen. Die Homologisirung der verschiedenen Portionen im Bereich des Sternocleidomastoideus des Menschen mit den gleichbenannten Muskeln bei den übrigen Thieren unterliegt gar keinen Schwierigkeiten und erhellt aus den dargelegten Befunden von selbst. Wir erkannten in beiden Fällen die Gruppirung in eine oberflächliche und tiefe Schichte, deren erstere aus einem Sternomastoideus superfic., Sternooccipitalis und Cleidooccipitalis, letztere aus einem Sternomastoideus profund. und Cleidomastoideus sich zusammensetzt.[3]

---

[1] Entsprechend diesem Falz kann ein in der Höhe des 9. Brustwirbels gelegener Spalt die aufsteigenden Fasern in ein oberes und caudales Bündel theilen.

[2] Fasern einer tiefliegenden Schichte existiren im Bereich des Cucullaris autor. nicht. Gleichwohl ist es erwähnenswerth, dass die transversalen und aufsteigenden Fasern stets in beträchtlich dickerer Lage angeordnet sind als die absteigenden, dass es oft gelingt, stellenweise oder in ausgedehnteren Partien im Bereich derselben eine Trennung in eine oberflächliche und tiefe Faserlage herbeizuführen; auch findet sich in der Litteratur (Le Double, a. a. O. T. I. p. 192 und Tiedemann in Meck. *Arch.* Bd. IV. S. 413, citirt nach Henle, a. a. O. S. 26) eine Verdoppelung des Cucullaris angegeben als Resultat einer Nichtverschmelzung oberflächlicher und tieferer Fasern (erstere rühren nach Le Double vom Platysma her?), und Michele Titone (*Anom. anat.* Palermo 1893. p. 19, citirt nach Le Double, a. a. O. Err. Add.) hat Musc. subcucullari beobachtet, die sich einerseits vom Speculum rhomb. oder dem Dornfortsatz des 6. Halswirbels zum Angul. intern. scap. (M. spino-cervico-angulo-scapularis), andererseits vom Dornfortsatz des 3. Halswirbels zur Insertionssehne des Cucullaris an der Scapula (M. spinodorsoscapularis) hinzogen.

[3] Dass der Sternocleidomastoideus ein Complex aus diesen Muskeln sei (mit Ausnahme des Sternomastoideus profundus), hat Krause (*Medicin. Centralblatt.* 1876. S. 433) und vor ihm schon Vlacovich (*Rivista dei lavori dell' Accad. di Padova.* 1859—60. III, IV Trim. p. 387) dargethan, weshalb Krause den Muskel M. quadrigem. capit. nannte. Vorher hatte man den Sternocleidomastoideus nur aus dem Sternomastoideus und Cleidomastoideus bestehen lassen und die übrigen Muskeln als accesso-

Nicht so klar liegen die Verhältnisse, was den Cucullaris (autor.) der Primaten betrifft. In den aufsteigenden Fasern desselben (Fig. 10 *dsc—i*) lässt sich bei Berücksichtigung der ascendirenden Richtung und Convergenz der Fasern, bei Berücksichtigung der charakteristischen Gestalt und Insertionsverhältnisse unschwer der Dorsoscapularis infer. der Thiere erkennen, der mit seinem kopfwärts zu liegenden Rand wie bei der Katze (Fig. 6 *dsc—i*), dem Hund (Fig. 7 *dsc—i*) und Kaninchen (Fig. 5 *dsc—i*) mit der übrigen Muskelpartie verwachsen ist. Ganz charakteristisch ist es, wie die aufsteigenden Fasern im Gegensatz zu den transversalen mit der oben erwähnten dreieckigen Sehne (Fig. 10 *si*) an der Tuberos. spinae sich ansetzen, so dass man mit Hülfe dieser Sehne den Dorsoscapularis infer. kopfwärts zu begrenzen kann. Man braucht nur jene transversalen Fasern, die auf ihr inseriren, abzulösen und ihren oberen Rand gegen die Wirbelsäule zu zu verfolgen, um den Trennungsspalt, wie er in Fig. 10 dargestellt ist, zu erhalten. Es ist dabei noch zu berücksichtigen, dass dieser Spalt schief zu liegen kommt, weil die oberflächlichsten transversalen Fasern sich über den oberen Rand des Dorsoscapul. infer. hinüberschieben.

Die nach Abtrennung des Dorsoscapuluris inferior übrig bleibende Muskelpartie (Fig. 10 *dsc—s* und *clc*) des Gesammtcucullaris autor. der Affen und des Menschen ist anscheinend ein einheitlicher Muskel; berücksichtigt man jedoch wieder die Art des Verlaufes der Faserbündel und die Insertionsverhältnisse, so lassen sich hier wieder die Muskelfasern in zwei Abtheilungen bringen, in die schon erwähnten transversalen (*dsc—s*) und clavicularen (*clc*) Fasern, eine caudale und eine kopfwärts gelegene Abtheilung. Die transversalen, durchwegs parallel laufenden, mittels des Speculum entspringenden und sehnig an der Spina scapulae sich festsetzenden, eine ebene, dicke Muskelplatte bildenden Fasern heben sich scharf von den absteigenden, nur am Schlüsselbein und zwar fleischig sich anheftenden, in ihrer Gesammtheit eine windschiefe, ungemein dünne, oftmals rudimentäre Platte von wechselnder Ausdehnung (nach dem wechselnden Ursprung von der Linea nuchae) bildenden claviculären Fasern ab. Die auch hier schief gelegene — denn die oberflächlichen transversalen Fasern schieben sich wieder über die caudalsten clavicularen hinüber — Trennungsfläche zwischen beiden Abtheilungen ist am besten vom Acromioclaviculargelenk (*gl*) aus aufzusuchen, wobei jedoch das S. 356 oben Gesagte zu berücksichtigen ist. Der leicht darzustellende Spalt zielt gegen den Zwischenraum zwischen 1. und

rische Bündel aufgefasst. Die Anordnung der Muskeln in zwei Schichten betonte wieder zuerst Vlacovich (*Atti del r. istit. Venet.* 1875—76. Vol. II. Ser. V), und unabhängig von ihm Farabeuf (*Progrès médical.* 1881. T. IX. Nr. 15. p. 288) und Maubrac (Rech. anat. et physiol. sur le m. sternocleidomast. *Thèse.* Bordeaux 1888. p. 28 f.).

2. Brustdorn und ist in Fig. 10 eingezeichnet. Den Unterschied im Verhalten dieser beiden Abtheilungen im Auge behaltend, wird man gleich darauf hin geführt, dass nicht beide Muskelabtheilungen dem Dorsoscapularis superior der Thiere homolog sein können, sondern nur jene, welche die gleichen Ursprungs- und Insertionsverhältnisse, das gleiche Verhalten im Faserverlauf aufweist, wie dieser Muskel, das ist die caudale Abtheilung, die transversalen Fasern der Autoren. Es bleibt sohin die Frage, mit welchem Muskel der übrig bleibende Theil des Cucullaris homolog ist. Es wäre naheliegend, sich der Meinung hinzugeben, dass diese Fasern nichts Anderes darstellen als eine Verbreiterung des Dorsoscapul. super. kopfwärts auf das mediale Ende der Lin. nuchae einerseits, das laterale Clavicularende andererseits. Fanden wir doch beim Igel (Fig. 3 *dsc—s*) den Dorsoscapul. super. bis auf die Linea nuchae, bei der Ratte (Fig. 4 *dsc—s*) bis auf's Schlüsselbein sich erstrecken, warum sollte in einem anderen Fall der Muskel sich nicht sowohl auf die Linea nuchae als auf das Schlüsselbein ausbreiten? Bei der Zusammenfassung der Thierbefunde wurde als orale Begrenzung des Dorsoscapul. super. der Durchtritt des Omotransversarius angegeben. Beim Menschen ist dieser Muskel nun normaler Weise gar nicht zur Ausbildung gelangt, und bei den Affen tritt er nicht so wie bei den übrigen Thieren an die Oberfläche, sondern inserirt bedeckt vom Cucullaris autor. an varianten Punkten des Schultergürtels, so dass dieser Muskel als Begrenzung des Dorsoscapul. super. hier nicht zu brauchen ist. Bemerkenswerth ist immerhin, dass bei den niederen Affen (Macacus) der Muskel — allerdings wie bemerkt unter dem Cucullaris — doch an derselben Stelle sich anheftet, wie wir es bei den übrigen Thieren gesehen haben, am acromialen Ende der Spina scapulae, entsprechend dem oberen Rand des Dorsocapul., demnach hier der caudalen Abtheilung. Dieser Umstand drängt zur Annahme, dass die an der Clavicula sich festsetzenden Fasern, die kopfwärts gelegene Abtheilung, nicht zum Dorsoscapul. super. zu zählen seien, so dass wir als Homologon dieses Muskels der Thiere nur die transversalen, an der Spina scapulae inserirenden Fasern des Cucullaris autor. des Menschen und der Affen aufzufassen haben.

Es geht also hervor, dass, wenn man als Cucullaris der Thiere den Dorsoscapularis super. + infer. auffasst, der Cucullaris des Menschen und der Affen noch ein Element zuviel in Vergleich damit enthält, das ist jenen Antheil des Gesammtmuskels, der an der Clavicula inserirt und nach Ursprungs- und Insertionsverhältnissen als Cleidocervicooccipitalis bezeichnet werden muss. Dieser letztere Muskel kann bei den Thieren nur einem gleiche Insertionsverhältnisse aufweisenden Muskel an die Seite gesetzt werden, und dies ist kein anderer als der unter demselben Namen bisher beschriebene Muskelantheil der kopfwärts oberhalb des Omotransversarius

gelegenen Muskelpartie, d. i. des Sternocleidomastoideus der Thiere oder mit anderen Worten, ein Element des Sternocleidomastoideus der Thiere ist beim Affen und dem Menschen von diesem getrennt und mit dem Dorsoscapul. super. verschmolzen. Die Möglichkeit dieser Verschmelzung ist gegeben im Rückzug des Omotransversarius.

Letztere Auffassung wird durch zwei Momente wesentlich gestützt. Das erste ist, dass der Cleidooccipitocervicalis, die claviculare Portion des Cucullar. autor. des Menschen, mit dem als Cleidooccipitalis bezeichneten Abschnitt des Sternocleidomastoideus die Eigenthümlichkeit grosser Inconstanz der Fasern theilt. Der Cleidooccipitalis kann, wie schon S. 352 erwähnt wurde, ganz schwach entwickelt sein, Spaltbildungen aufweisen, selbst fehlen. Im Cleidooccipitocervicalis können in gleicher Weise durch Schwund von Muskelfasern Spaltbildungen auftreten, die ihn nicht selten in einen vom Occiput und dem Ligam. nuchae entspringenden Abschnitt, nach Le Double[1] faisceau occipito- und cervico-claviculaire, hier und da sogar, wie manchmal den ganzen Cucullaris autor. (Le Double[1]), in viele Faserbündel zerfallen lassen (Macalister[1]); wie der Cleidooccipitalis kann der Cleidooccipitocervicalis wesentliche Einschränkungen in seinem Ursprung aufweisen, er kann nur einen kleinen Theil seines normalen Ursprunges vom Occiput einnehmen, ja selbst kopfwärts nur bis zum 2. (Zagorsky[2], Fleischmann[3]), bis zum 4. (Testut[4]), ja selbst nur 5. Halswirbeldorn (Macalister[5]) reichen. Alle diese Defectbildungen finden in der Dünne beider Muskeln ihre Erklärung. Es ist klar, dass der beide Muskeln trennende, dreieckige Spalt, dessen Spitze von den in einander übergehenden Ursprungssehnen beider Muskeln, dessen Basis durch das Schlüsselbein gebildet wird, bei geringerer Ausbreitung des einen oder des anderen ihn begrenzenden Muskels breiter werden muss; andererseit herrscht eine Reciprocität in der Entwickelung beider Muskeln dermaassen, dass bei weitem Nachvornereichen das Cleidooccipitocervicalis der Cleidooccipitalis zurückweicht und umgekehrt, was eine Inconstanz in der Lage des beide Muskeln trennenden Spaltes bedingt. Die Zusammengehörigkeit beider Muskeln beweist noch auffallender der Umstand, dass sie sich so weit nähern können, dass der Spalt zwischen ihnen sehr enge wird, dass man weiter zwischen den sich zusehenden Rändern beider Muskeln fleischige Verbindungsbrücken beobachtet hat und zwar entweder

---

[1] Citirt nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 191.

[2] Zagorsky, *Mém. de l'acad. d. Scienc. de St. Pétersb.* 1809. T. I. p. 359. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 24 und Le Double, a. a. O. p. 192.

[3] Fleischmann, *Abh. der phys.-med. Soc. zu Erlangen.* 1810. Bd. I. S. 25. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 24.

[4] Testut, a. a. O. p. 90.

[5] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 90.

dünne Fasern (Fibrae cleidooccipitales Rauber[1]) oder quer über die Art. succlav. und das Trigon. supraclavicul. ziehende Bündel (Henle, Gegenbaur, Testut, Quain, Davies-Colley[2]). Der Cleidooccipitocervicalis vereinigt sich manchmal mit dem oberen Ende des Sternomastoideus anstatt selbstständig das Occiput zu erreichen (Budge[3]). Ja es kommt dahin, dass die beiden Muskeln sich so weit nähern, dass ihre zugewandten Ränder mit einander verschmelzen; wir haben in solchen Fällen denselben Befund, wie wir ihn bei den Raubthieren (Katze Fig. 6, Hund Fig. 7, Bär) getroffen haben, ein continuirlicher Muskelmantel umgiebt Hals, Nacken und Rücken.[4] Der vereinigte Cleidooccipitalis + Cleidooccipitocervicalis des Menschen (Fig. 10 *cloc* + *clc*) entspricht dem Cleidooccipitocervicalis der Raubthiere (Figg. 6, 7 *cloc* + *clc*). Ein den vereinigten Muskel durchbohrender Canal. supraclavicularis dient den N. supraclavicul. zum Durchtritt, die beim Hund und der Katze den homologen Muskel in mehreren Lücken durchbohren. Dieser Canal. supraclavicularis wird auch von der Ven. jugul. ext. und anderen kleinen Gefässen zum Durchtritt benützt und besteht entweder in einer Lücke im Muskelfleisch (Blandin, Hallett, M. Whinnie, Wood, Cruvelhier[5]) oder in einem Sehnencanal, den ein nach oben den Muskelfasern Insertion bietender Sehnenbogen mit dem Schlüsselbein bildet (Gruber[6], Flesch, Walsham[7]). Dieser Canal schützt zugleich die durchtretenden Gebilde vor Compression.[8] Der

---

[1] Rauber, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* S. 392.

[2] Citirt nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 194.

[3] Henle und Pfeufer's *Zeitschrift.* Bd. VII. S. 273. Citirt nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 194.

[4] Le Double, a. a. O. T. I. p. 192 und Testut, a. a. O. p. 94. Kommt nach letzterem Autor auch regelmässig bei Echidna, Hyäne und Zibethkatze vor.

[5] Citirt nach Le Double, a. a. O. p. 193 und Testut, a. a. O. p. 94.

[6] Gruber, *Vier Abhandl. aus dem Gebiete der med.-chir. Anatomie.* Berlin 1847. Th. II. S. 17. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 26.

[7] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 94.

[8] Es sei jedoch erwähnt, dass nicht ein jeder Canal. supraclavicul. auf solchem Wege zu Stande kommt. Schwegl (*Sitzungsber. der med.-naturw. Classe der k. Akad. der Wissensch.* Wien 1859. Bd. XXXIV. S. 47) beschreibt ein Muskelbündel vom Cucullaris zum inneren Dritttheil der Clavicula, das mit dieser und dem Cucullaris einen solchen Canal bildete. Dies Bündel ist einem M. sternochondroscapularis zuzurechnen, da Schwegl hinzufügt, dass in diesem Bündel bei einem solchen Fall ein zweiter Kopf des Omohyoideus mit dem Ursprung vom Schlüsselbein versteckt war; und der erwähnte Muskel hat Beziehungen zum Omohyoideus. Für einen solchen Sternochondroscapularis, der die Scapula nicht mehr erreichte, halten Macalister und Testut (a. a. O. p. 96) auch ein Bündel, das in einem Fall Gruber's (a. a. O. S. 22, citirt nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 193 und Testut, a. a. O. p. 96) vom vorderen Rand des Cucullaris hinter dem Omohyoideus weg zum Sternum zog, und hierher möchte ich auch das von Duval, Quain, Hallett, Bankart, Pye-Smiths und

normale Zustand beim Menschen entspricht demnach dem Befund beim Bären, mit dem Unterschied, dass der schmale Spalt bei letzterem beim Menschen eine beträchtliche Breite eingenommen hat. Der Spalt beim Menschen entspricht beiläufig der Mitte des Cleidooccipitocervicalis bei dem Hund und der Katze, wie die beim Menschen den Spalt, bei letzteren Thieren die Muskelsubstanz durchsetzenden N. supraclavicul. beweisen.

Noch mag angeführt werden, dass auch Anomalien des Cucullaris des Menschen diese Dreigliederung desselben beweisen. So findet sich gar nicht selten (ich kann bezüglich der Autoren, die sie beobachteten, auf die Zusammenstellung bei Le Double[1] verweisen) eine ausgesprochene Theilung des Muskels in 2 Partien (in der Höhe des Specul. rhomboid.), in eine Pars cervicalis et dorsalis, entsprechend einer Verbindungslinie vom unteren Ende des Ligam. nuchae zum Acromion (Wood[2]). Wir müssen hierin eine Isolirung des Cleidooccipitocervicalis von den Dorsoscapulares erblicken. Hierher ist zu zählen das von Quain und Macalister[3] angegebene Fehlen des clavicularen Theiles des Muskels, demnach des Cleidooccipitocervicalis, das von Wood[4] Macalister, Soemmering[5] angeführte Ausfallen des centralen Theiles des Muskels, demnach des Dorsoscapularis superior, ferner Fälle, bei denen sich der Cucullaris aut. caudalwärts nur bis zum 3., 4. Dorsalwirbel erstreckte, demnach Fälle von fehlendem Dorsoscapularis infer.; hierher gehören ferner Beobachtungen von Einschränkung des Cucullaris kopf- wie caudalwärts, das Fehlen des Dorsoscapularis infer. ist combinirt mit einer rudimentären Ausbildung des Cleidooccipitocervicalis. In solchen Fällen reichte der Cucullaris nur vom 2. Cervical- bis 4. Dorsalwirbel (Fleischmann[6]) oder vom 3. Cervical- bis 4. Dorsalwirbel (M. Whinnie[7]), oder

---

Philipps (citirt nach Henle, a. a. O. S. 26 und Le Double, a. a. O. T. I. p. 194) angeführte Bündel zählen, das, umgriffen vom Plex. cervical., vom Cucullaris horizontal hinter dem Sternocleidomastoideus zum sternalen Schlüsselbeinende zog. Das S. 350 unten erwähnte, vom Cleidomastoideus zum Omohyoideus ziehende Bündel beim Macacus gehört vielleicht auch hierher.

[1] Le Double, a. a. O. T. I. p. 191.

[2] Citirt nach Testut, a. a. O. p. 91. Soemmering, Testut, Chudzinsky (citirt ebenda und Le Double, a. a. O. T. I. p. 191) beobachteten daneben noch die S. 357 erwähnte Theilung des Dorsoscapul. infer. in zwei Bündel, demgemäss auch eine Dreitheilung des Gesammtcucullaris.

[3] Citirt nach Le Double, a. a. O. T. I. p. 192 und Testut, a. a. O. p. 95.

[4] Wood, *Var. in hum. myol.* 1868. p. 487. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 26.

[5] Citirt nach Henle, a. a. O. S. 26 und Testut, a. a. O. p. 91.

[6] *Abh. der phys.-med. Soc. zu Erlangen.* 1810. Bd. I. S. 25. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 24 und Le Double, a. a. O. T. I. p. 192.

[7] *London. med. Gaz.* 1846. Vol. II. p. 194. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 24.

vom 4. Cervical- bis 3. Dorsalwirbel (Zagorsky[1], Hallett[2]). Einen Fall von ausgesprochener Trennung der beiden unteren oder gar aller drei Muskeln des Gesammtcucullaris autor. konnte ich in der Litteratur nicht auffinden.

Beim Gürtelthier haben wir insofern dieselben Verhältnisse wie bei den Primaten, als auch hier der mit dem Cleidooccipitocervicalis der Raubthiere in Analogie gesetzte Antheil des kopfwärts gelegenen Muskels der dorsalen Gruppe mit dem unzweifelhaften Dorsoscapularis superior verschmolzen ist. Wir finden demgemäss im Gürtelthier den Typus eines Säugethiers, bei dem die beiden kopfwärts gelegenen Muskeln des Gesammtcucullaris der Autoren zwar unter einander, jedoch nicht mit dem dritten Muskel in Beziehung getreten sind.

Interessant ist, dass auch in functioneller Beziehung die drei Faserarten des Gesammtcucullaris der Autoren sich so typisch verhalten, dass schon Duchenne[3] vom physiologischen Standpunkte aus zu einer Dreitheilung des Gesammtmuskels gelangte, dass speciell die clavicularen Fasern, unser Cleidooccipitocervicalis sich ganz anders verhalten, als die übrigen Muskelpartien.

Der Cucullaris autor. der Affen und des Menschen ist demnach kein einheitlicher Muskel, sondern er besteht aus drei Muskeln, dem Dorsoscapularis superior, inferior und dem Cleidooccipitocervicalis, welch letzterer als fremdes Element sich den beiden Dorsoscapulares angegliedert hat und eigentlich dem Gebiet des Sternocleidomastoideus angehört.

---

[1] *Mém. de l'acad. d. Scienc. de St. Pétersb.* 1809. T. I. p. 359. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 24 und Le Double, a. a. O. T. I. p. 192.

[2] *Edinb. med. and surg. Journ.* 1848. Jan. p. 7. Citirt nach Henle, a. a. O. S. 26.

[3] Duchenne's *Physiologie der Bewegungen*, übersetzt von Wernicke. Cassel und Berlin 1885. S. 4 u. 14.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XXI u. XXII.)

Auf allen Abbildungen bedeutet:

stms = M. sternomastoideus superficialis.
v = Verflechtung der Fasern der beiderseitigen Sternomastoidei superf.
stoc = M. sternooccipitalis.
clm = M. cleidomastoideus.
cl = Clavicula oder Claviculararraphe.
cloc = M. cleidooccipitalis.
s = Ursprungssehne von *stoc* und *cloc*.
clc = M. cleidocervicalis, beim Menschen cleido(occipito)cervicalis.
otr = M. omotansversarius.
prh = Proc. hamatus.
fl = Fasc. lumbodorsalis.
d—cl = Clavicular- }
d—acr = Acromial- } Portion des M. deltoideus.
d—sp = Spinal- }
dsc—s = M. dorsoscapularis superior.
spr = Speculum rhomboideum.
dsc—i = M. dorsoscapularis inferior.
si = Insertionssehne von *dsc—i*.
sc = Caudale dreieckige Sehne desselben.
ld = M. latissimus dorsi.
p = M. pectoralis.
n = N. accessorius.
oh = M. omohyoideus.
sp = Spina scapulae.

Tafel XXI.

Fig. 1. Muskelpräparat der rechten Seite einer Fledermaus von vorne. (Nat. Grösse.)
st = Sternum.

Fig. 2. Desgl. von hinten. (Nat. Grösse.)

Fig. 3. Muskelpräparat der rechten Seite eines Igels. ($^2/_3$ d. nat. Grösse.)

Fig. 4. Desgl. einer Ratte. ($^2/_3$ d. nat. Grösse.)
h = Faserbündel des Dorsoscapul. inf. zur Haut.

Tafel XXII.

Fig. 5. Muskelpräparat der rechten Seite eines Kaninchens. (1/2 d. nat. Grösse.)

sh = Sehnige, Hautmuskeln zum Ansatz dienende Spitze des Dorsoscap. sup.
ap = Verbindungsaponeurose beider Dorsoscapulares.
sz = Zweieckige Insertionssehne derselben; sie lässt die Spina scapul. durchschimmern.
clm bedeutet hier den M. basiohumeralis Krause und
cloc den M. cleidomastoideus Krause oder cleidooccipitalis mihi.

Fig. 6. Muskelpräparat der rechten Seite einer Katze. (1/2 d. nat. Grösse.)

Fig. 7. Desgl. eines Hundes. (1/4 d. nat. Grösse.)

Die Spalträume zwischen den einzelnen Muskelportionen sind auf Figg. 6 und 7 etwas zu breit, weil sich die Muskelbündel bei Entfernung des einscheidenden Bindegewebes etwas zusammenzogen.

cloc + *clc* = M. cleidooccipitocervicalis.

Fig. 8. Muskelpräparat der rechten Halsseite eines Kindes.

Der Sternomastoideus superf. (*stms*) und Cleidooccipitalis (*cloc*) sind an ihrem Ansatz quer durchschnitten und nach oben zurückgelegt, so dass die eine Portion der tiefen Faserlage, der Cleidomastoideus (*clm*), sichtbar wird.

Fig. 9. Muskelpräparat der rechten Halsseite eines Erwachsenen. (1/2 d. nat. Grösse.)

Der anomale Sternocleidomastoideus ist in seine Elemente aufgelöst.

stmp—oh = Bündel vom Sternomastoideus profundus zur Fascie des Omohyoideus.
stmp—s = Verbindungsfasern zwischen Sternomastoideus superfic. und profundus.
stmp = Vorderer } Kopf des Sternomastoideus profundus.
$stmp_1$ = Hinterer } Kopf des Sternomastoideus profundus.
st = Manubrium sterni.

Fig. 10. Muskelpräparat der rechten Rückenseite eines Erwachsenen. (1/4 d. nat. Grösse.)

Darstellung des Cucullaris autor. sowie der Trennungsspalten, die ihn in die drei Muskeln zerlegen, aus denen er sich zusammensetzt.

acr = Acromion.
fi = Fascia infraspinat.
gl = Acromioclaviculargelenk.
sifi = Bündel von der Sehne *si* zur Fascia infraspinat.
ps = Proc. spin. des XII. Dorsalwirbels.
ts = Tuberositas spinae.

Der fibröse Apparat der Basis cranii und der Musculi rectus capitis anticus major et minor.

Von

Dr. **Hans Haberer**,
Assistent an der anatomischen Anstalt in Graz.

(Aus der anatomischen Anstalt der Universität Graz.)

In der Litteratur findet sich nirgends eine genaue Beschreibung oder eine Abbildung des fibrösen Apparates an der Schädelbasis. Die Autoren sprechen von der Fibrocartilago basilaris als von einer sehr derben Bindegewebsmasse, die die Foramina lacera ausfüllt und verbindet, ohne die Beziehungen dieses fibrösen Apparates zu den Nachbargebilden näher anzugeben. Vorliegende Abhandlung sucht eine genaue Darstellung des fibrösen Apparates an der Schädelbasis und im Anschlusse daran der Insertionsverhältnisse der Musculi recti capitis anticus major et minor beim Menschen und einigen Thieren zu bringen. Vorausgeschickt sei, dass Holl[1] für menschliche Embryonen das Thema schon einmal behandelt und seine Resultate in Kürze zusammengestellt hat, dass aber dieselben in der Litteratur nicht berücksichtigt worden sind. Auf Einzelheiten dieser genannten Arbeit wird an geeigneter Stelle eingegangen werden.

Die dieser Abhandlung zu Grunde liegenden Präparate stammen von menschlichen Embryonen, neugeborenen Kindern und Erwachsenen, sowie von Thieren; sie wurden in der Weise hergestellt, dass zunächst sämmtliche Weichtheile des Halses und der Mundhöhle, bis auf die an der Wirbelsäule gelegenen Musculi longi colli und recti capitis antici major et minor entfernt wurden. Sodann wurde der horizontale Ast des Unterkiefers beiderseits

---

[1] Holl, Einige Worte über den Musc. rect. capit. ant. major und den fibrösen Apparat an der Basis cranii. *Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Strassburg.* 18.—23. September 1885.

resecirt, der weiche Gaumen vom harten losgetrennt und schliesslich einer oder beide Oberkiefer in der Weise resecirt, dass nur der, die Nasenscheidewand tragende Antheil erhalten blieb. Die Pharynxwand, soweit sie einen Bestandtheil der Decke der Basis cranii bildet, also von den Choanen bis zum Atlas, wurde zunächst belassen, und erst später von ihrer Unterlage abpräparirt. Hierbei zeigte sich zunächst beim Menschen, für den die folgende Beschreibung gilt, dass die Pharynxschleimhaut in der bezeichneten Ausdehnung besonders dick und mit ihrer Unterlage sehr innig verbunden ist; nur im Bereiche der Insertionen der Musculi recti capit. antici majores ist sie mit ihrer Unterlage durch lockeres Bindegewebe verbunden, und lässt sich daher an dieser Stelle leicht abpäpariren, während von da nach vorne die Verbindung mit der Unterlage so fest ist, dass die Entfernung der Schleimhaut sich schwierig gestaltet. Am schwersten gelingt ihre Abhebung im Umfange des Ostium pharyngeum tubae, sowie am Vomer. In der Mittellinie, von den Alae vomeris in sagittaler Richtung nach hinten, besitzt die Pharynxschleimhaut gegen die Schädelbasis eine seichte, rinnenförmige Vertiefung, die zwischen den beiden Musculi rect. capit. antici majores unweit der Insertion dieser Muskel in eine blindsackförmige Bucht übergeht. Die Bucht ist die bekannte Bursa pharyngea. Es soll gleich hier erwähnt werden, dass die Tiefe der Bucht bei den verschiedenen Individuen sehr verschieden ist. (Bei Thieren, wie bei dem Fischotter, erscheint eine Bursa pharyngea kaum angedeutet, während der Bär eine Bursa pharyngea in Form eines 2 ^{cm} tiefen Sackes besitzt. Es sind dies zwei excessive Gegensätze aus der Reihe jener Thiere, die zur Untersuchung gelangten, wie Katze, Hund, Kaninchen, Meerschweinchen, Igel, Fuchs und Affe, bei welchen die Bursa pharyngea bald seichter, bald tiefer anzutreffen war.)

Unter der Schleimhaut liegt der fibröse Apparat der Basis cranii, der, wie Holl[1] nachgewiesen hat, an embryonalen Schädeln viel schöner ausgebildet ist, als an den Schädeln Erwachsener. Er stellt eine weisse, glänzende, aus derbem Bindegewebe aufgebaute Membran dar, die, wie zunächst ein oberflächlicher Ueberblick lehrt, der Hauptmasse nach die basalen Flächen des Keilbeines und des vordersten Abschnittes des Hinterhauptsbeines zudeckt. Er lässt sich längs der Nasenscheidewand und der Nasenmuscheln nach vorne verfolgen, für die er einen zarten Ueberzug darstellt. Nach hinten scheint er in die die Muskeln an der Wirbelsäule zudeckende Fascie überzugehen. Seitlich überzieht er die Pyramiden und tritt, wie später näher gezeigt werden soll, zum Gehörorgane und zu der Kapsel des Unterkiefergelenkes in nähere Beziehung. Aus diesem ganz allgemein

[1] Holl, a. a. O.

gehaltenen Ueberblick ergiebt sich, dass die Schädelbasis in ihrer ganzen Ausdehnung von einer Bindegewebsmasse überzogen erscheint. Eine nähere Untersuchung derselben zeigt, dass ihr Aufbau nicht so einfach ist, wie dies auf den ersten Blick hin scheinen könnte.

Die nun folgende Beschreibung bezieht sich auf den fibrösen Apparat, wie er am Schädel des Neugeborenen oder eines älteren Embryo angetroffen wird. Die Abbildung Fig. 1 zeigt den Apparat am Schädel eines neugeborenen Kindes. Da der fibröse Apparat an der Basis cranii des Erwachsenen sich nicht wesentlich von dem des kindlichen Schädels unterscheidet, hat die Beschreibung auch für diesen Gültigkeit. Inwiefern aber doch Unterschiede bestehen, wird in der Beschreibung angegeben werden.

Was zunächst den die basalen Flächen des Keilbeines und des vordersten Abschnittes des Hinterhauptsbeines deckenden Antheil des fibrösen Apparates (Fig. 1 a, a_1) anlangt, so laufen hier die Fasern ganz regelmässig in sagittaler Richtung, und beschreiben dabei nach den lateralen Seiten hin leicht convexe Bogen.

Entsprechend der oben beschriebenen, in der Mittellinie gelegenen rinnenförmigen Vertiefung der Pharynxschleimhaut, zeigt der fibröse Apparat einen medianen, mehr oder weniger tiefen linearen Spalt (*s*), der unmittelbar hinter den Alae vomeris beginnt, und in sagittaler Richtung nach hinten zieht. Dadurch kommt es, dass der bisher beschriebene Antheil des fibrösen Apparates sich aus einer rechten und linken Hälfte aufbaut (a, a_1), die in der Mittellinie nicht ganz zusammenstossen. Der lineare Spalt reicht nach rückwärts bis an jene Stelle, wo die Bursa pharyngea liegt, und an dieser Stelle zeigt der fibröse Apparat ein ganz eigenthümliches Verhalten, auf welches Holl[1] hingewiesen hat, wenn er sagt, dass hier Fasern von rechts nach links und von links nach rechts über sagittal verlaufende Fasern treten, so dass eine Bucht (*b*) gebildet wird, welche zur Bursa pharyngea in Beziehung tritt. Man kann ferner eine Theilung des fibrösen Apparates in zwei Blätter, ein oberflächliches (*o*) und ein tiefes Blatt (*t*) beobachten, welche Theilung dort erfolgt, wo die beiden Mm. rect. capit. antic. major. (*r. ma.*) an die Schädelbasis herantreten, und welche durch die genannten Muskel bedingt zu sein scheint. Die oben angeführten Worte Holl's nehmen auf das oberflächliche Blatt (*o*) Bezug. Dasselbe verliert sich lateral beiderseits in die Fascie des M. rect. capit. antic. major. Wenn man diesen letzteren Antheil des oberflächlichen Blattes entfernt (Figg. 1 u. 2), was sehr leicht gelingt, da er viel schwächer und zarter ist, als der übrige Antheil, so sieht man ganz deutlich, wie das oberflächliche Blatt eine mit

[1] Holl, a. a. O.

der Spitze nach hinten zwischen die Mm. rect. capit. antic. major. gerichtete Winkelform besitzt, sich schreibfederartig zuspitzend. Es treten in der That hier die lateralsten Fasern beider Seiten über die, ihre sagittale Richtung beibehaltenden medial gelegenen Fasern, und vereinigen sich in der Mittellinie zu einem mehr oder minder breiten Band, das theils in die Fascia praevertebralis, theils in das Ligamentum longitud. anticum (Figg. 1 u. 2 *lg.*) der Wirbelsäule sich verliert. Durch dieses Verhalten des oberflächlichen Blattes des fibrösen Apparates kommt es zur Bildung einer mehr oder minder tiefen Bucht (*b*), die zur Bursa pharyngea in Beziehung tritt, d. h. bestimmt ist, dieselbe aufzunehmen. Es muss hervorgehoben werden, dass die Tiefe der Bucht im fibrösen Apparate durchaus nicht immer übereinstimmt mit der Tiefe der Bursa pharyngea; denn selbst in den Fällen, wo, wie z. B. bei dem Fischotter, die Bursa kaum angedeutet ist, findet sich die Bucht im fibrösen Apparat ganz deutlich ausgeprägt. In den Fällen, wo die Bursa pharyngea viel seichter ist, als die Bucht im fibrösen Apparate, ist der sich daraus ergebende Zwischenraum zwischen den beiden genannten Gebilden durch lockeres Bindegewebe ausgefüllt. Aus den gemachten Angaben geht hervor, dass das oberflächliche Blatt des fibrösen Apparates vor und zwischen die beiden Mm. rect. capit. antic. major. zu liegen kommt.

Das tiefe Blatt (*t*) liegt einerseits dorsal von den Mm. rect. capit. antic. major., und zieht seitlich von denselben auf die ventrale Seite der Mm. rect. capit. antic. min. (*r. mi.*), deren Fascienbedeckung darstellend. Nach abwärts geht es in die Fascia praevertebralis über, woselbst es sich mit dem oberflächlichen Blatte wieder vereinigt. Die beiden Blätter sind hier nicht mehr zu trennen. Am mächtigsten ist die Ausladung des tiefen Blattes nach der lateralen Seite hin, woselbst es den basalen Antheil der Pyramide und das Foramen lacerum überzieht. Hier tritt es aber auch in sehr innige Beziehung zum Gehörorgan. Einerseits geht es nämlich direct in die mediale und untere Wand der Tuba auditiva (*t. au.*) über, andererseits spaltet es sich wieder in zwei Blätter, dessen tiefes (t_1) sich direct in's Trommelfell fortsetzt, wie sich bei Embryonen leicht zeigen lässt, und wie dies auch Holl[1] angiebt. Das oberflächliche Blatt (o_1) geht beim Embryo über den Annulus tympanicus hinweg, und es lässt sich bei Kindern sehr leicht zeigen, wie es in den knorpeligen, äusseren Gehörgang sich ohne Grenze fortsetzt. Beim Erwachsenen verliert es sich in das Periost des knöchernen Antheiles des äusseren Gehörganges, das sich seinerseits wieder in das Perichondrium des knorpeligen Antheiles des äusseren Gehörganges fortsetzt; beim Erwachsenen ist es viel zarter als beim Kind.

---

[1] Holl, a. a. O.

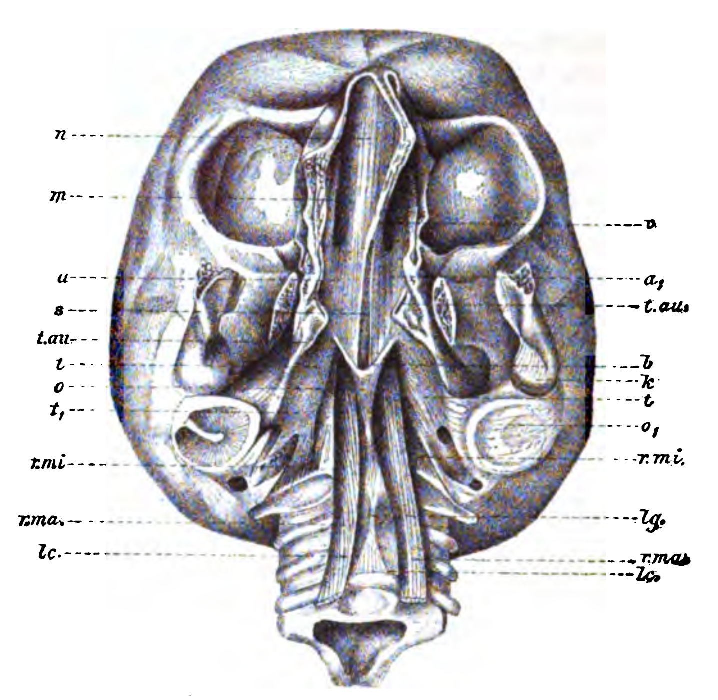


Fig. 1.

Schädel eines neugeborenen Kindes, von der basalen Fläche gesehen. Der Unterkiefer bis auf die aufsteigenden Aeste beiderseits resecirt, Oberkiefer gleichfalls beiderseits entfernt. Die Nasenscheidewand nach der linken Seite gebogen. Der fibröse Apparat an der Schädelbasis ist in seiner ganzen Ausdehnung zur Darstellung gebracht, mit Ausnahme seiner, die Mm. recti capitis antici majores et minores deckenden Fascienantheile. Auf der rechten Seite des Schädels ist vom tiefen Blatte des fibrösen Apparates der in das Trommelfell übergehende, auf der linken Seite der über den Annulus tympanicus hinweg in den äusseren Gehörgang sich verlierende Antheil dargestellt. Der M. rectus capitis anticus major der rechten Seite ist gegen die Mittellinie hin gedreht, um den M. rectus capitis anticus minor zur Ansicht zu bringen, der in diesem Falle in ein schwächeres mediales, und in ein stärkeres laterales Bündel gespalten ist.

a und a_1 = Der fibröse Apparat im Bereiche der basalen Flächen des Keilbeines und des vordersten Abschnittes des Hinterhauptsbeines, woselbst er aus einer rechten und linken Hälfte besteht. *b* = Bucht im oberflächlichen Blatte des fibrösen Apparates, in welchem die Bursa pharyngea gelegen war. *k* = Kapsel des Unterkiefergelenkes. *l. c.* = M. longus colli. *lg.* = Lig. longitudinale anticum. *m* = Der die Nasenmuscheln überziehende Antheil des fibrösen Apparates. *n* = Der die Nasenscheidewand überziehende Antheil des fibrösen Apparates. *o* = Oberflächliches Blatt des fibrösen Apparates. o_1 = Der in den äusseren Gehörgang übergehende Antheil des tiefen Blattes des fibrösen Apparates. *r. ma.* = M. rectus capitis anticus major. *r. mi.* = M. rectus capitis anticus minor. *s* = Rinne in dem, die basalen Flächen des Keilbeines und des vordersten Antheiles des Hinterhauptsbeines deckenden Abschnittes des fibrösen Apparates, wodurch derselbe in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird. *t* = Tiefes Blatt des fibrösen Apparates. t_1 = Der Antheil des tiefen Blattes des fibrösen Apparates, der die basale Fläche der Schläfebeinpyramide überzieht und unter dem Annulus tympanicus in's Trommelfell übergeht. *t. au.* = Tuba auditiva. *v* = Der Antheil des fibrösen Apparates, der an der hinteren Kante des Vomer und an den Alae vomeris inserirt.

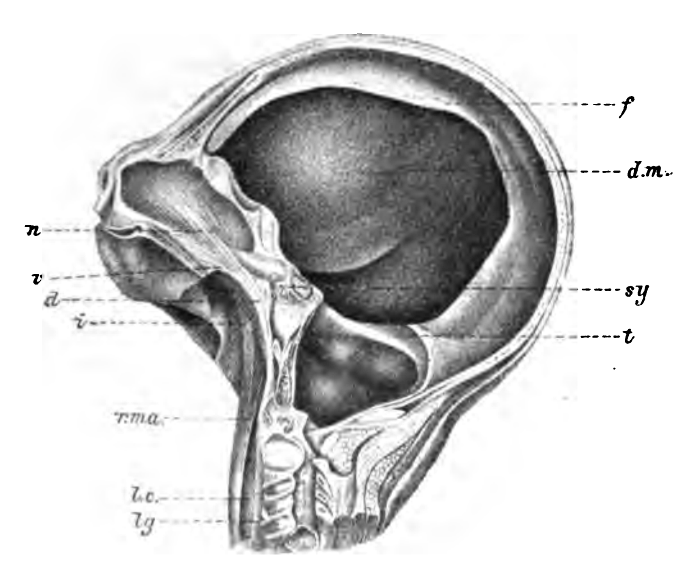


Fig. 2.

Sagittaler Medianschnitt durch den Schädel und die obersten Wirbel eines älteren Embryo. Die Innenwand des Schädels ist von der Dura mater überkleidet. Die Falx und das Tentorium sind erhalten. Vom fibrösen Apparate ist der die basalen Flächen des Keil- und Hinterhauptsbeines überziehende Antheil dargestellt, der Apparat entsprechend seiner hier vorfindlichen, medianen Rinne gespalten. Man sieht die Ausbreitung des Apparates auf die Nasenscheidewand, sowie die Insertion längs der hinteren Kante des Vomer. Nach hinten und abwärts geht der Apparat in die prävertebrale Fascie, bezw. in das Ligamentum longitudinale anticum der Wirbelsäule über. Man sieht, dass das fleischige Ende des Musculus rectus capitis anticus major gerade der Synchondrosis intersphenoidalis gegenüber liegt.

d = Die Stelle, wo der fibröse Apparat am dicksten ist. *d. m.* = Dura mater. *f* = Falx. *i* = Fleischiges Ende des M. rectus capitis anticus major. *lg.* = Lig. longitudinale anticum. *l. c.* = M. longus colli. *n* = Der Antheil des fibrösen Apparates, der die Nasenscheidewand überzieht. *r. ma.* = M. rectus capitis anticus major. *sy* = Synchondrosis intersphenoidalis. *t* = Tentorium. *v* = Der Antheil des fibrösen Apparates, der an der hinteren Kante und den Alae des Vomer inserirt.

Beide letztgenannten Blätter gehen nach vorne direct in die Kapsel des Unterkiefergelenkes (*k*) über, wie dies an jugendlichen Schädeln sich besonders gut nachweisen lässt, am Schädel Erwachsener hingegen, wegen der oben besagten Zartheit dieses Antheiles des Apparates, nicht gut sichtbar ist. Wenn man den Oberkiefer in der oben angegebenen Weise resecirt, so zeigt sich, wie schon erwähnt wurde, dass sich der fibröse Apparat der Schädelbasis in modificirter Weise auch in die Nasenhöhle erstreckt. Während der mächtigste und stärkste Antheil der Fasern, namentlich die medialen Partien sich längs der hinteren Kante des Vomer (Figg. 1 u. 2 *v*) und an den Alae vomeris festsetzen, strahlen zarte Fasern fächerförmig in das Perichondrium bezw. Periost der Nasenscheidewand (Figg. 1 u. 2 *n*) aus. Ein anderer Theil von Fasern begiebt sich unter die Schleimhaut in das Periost der Nasenmuscheln (Fig. 1 *m*). Auch dieses Verhalten des fibrösen Apparates ist am jugendlichen Schädel viel deutlicher als am Schädel Erwachsener zu sehen. Es zeigt sich also, dass der fibröse Apparat der Schädelbasis sehr weitgehende Beziehungen zu den Nachbargebilden hat. Sagittale Medianschnitte lehren, dass der fibröse Apparat dort, wo er am stärksten ausgebildet ist, nämlich an der basalen Fläche des Keilbeines, beim neugeborenen Kinde und auch bei älteren Embryonen eine Dicke von beiläufig 2 ^{mm} und mehr besitzt, sohin im Verhältnisse stärker ist als beim Erwachsenen. Fig. 2 (*d*) zeigt auf einem sagittalen Medianschnitte die starke Ausbildung des Apparates mit Bezug auf seine Dicke an dem Schädel eines Embryo aus beiläufig dem 7. Monate der Schwangerschaft.

In ganz genau derselben Weise wie beim Menschen erweist sich die Ausbreitung und das Verhalten des fibrösen Apparates auch bei den Thieren, nur dass er hier selbst bei jungen Individuen sehr zart ist, und gleichsam nur ein stärkeres Periost vorstellt, während er sich bei älteren Thieren, seiner ganz ausserordentlichen Zartheit wegen, sehr schwierig darstellen lässt. Daraus geht hervor, dass er gerade so, wie beim Menschen, auch beim Thier in der Jugend besser entwickelt ist, als am ausgewachsenen Individuum. Eine besondere Berücksichtigung verdient der fibröse Apparat der Schädelbasis beim Affen. Einmal zeichnet er sich hier dadurch aus, dass er an Stärke dem Apparate beim Menschen nicht nachsteht, und dann zeigt er anstatt der Spalte in der Mittellinie, die beim Menschen in die zur Aufnahme der Bursa pharyngea bestimmte Bucht übergeht, einen leistenartigen Vorsprung, der sich nach hinten in das Ligamentum longitudinale anticum an der Wirbelsäule fortsetzt. Diese leistenartig vorspringenden Bindegewebsfasern ragen in eine Falte der Pharynxschleimhaut vor, die, vom Vomer gegen die Wirbelsäule in sagittaler Richtung sich erstreckend, das Cavum pharyngonasale unvollständig in zwei Hälften trennt. Zu erwähnen wäre

noch, dass die beschriebenen Verhältnisse des fibrösen Apparates ganz constante sind, dass, trotzdem eine grosse Anzahl von Präparaten hergestellt wurde, doch nie Variationen desselben gefunden wurden.

Holl[1] hat zum ersten Male darauf aufmerksam gemacht, dass die Angabe der Autoren über die fleischige Insertion des Musculus rectus capit. anticus major an der Pars basilaris ossis occipitis des Erwachsenen nicht ganz richtig sei, sondern dass man bei genauerer Beobachtung bei der Insertion des Muskels beim Erwachsenen fibröse Stränge entstehen sieht, die nach vorne treten, um beiläufig in der Gegend der Synchondrosis spheno-occipitalis in dem fibrösen Apparat der Basis cranii sich zu verlieren. Der genannte Autor zeigte gleichzeitig, dass bei Embryonen aus frühen Stadien der Muskel sich nur mit einem Theil seiner Fasern an das Occipitale basilare anheftet, während die Hauptmasse nach vorn tritt, um mindestens an der unteren Fläche jenes Knorpels zu inseriren, der später hinterer Keilbeinkörper wird. In späteren Stadien der Entwickelung gehe die Keilbeinportion des in Rede stehenden Muskels immer mehr und mehr zu Grunde, d. h. sie wandelt sich in fibröse Stränge um, so dass zur Zeit der Geburt der Muskel nur mehr eine occipitale Insertion besitzt, immerhin aber noch nach vorne an das Keilbein tretende fibröse Stränge erkennen lässt.

Die diesbezüglichen Untersuchungen ergaben folgende Resultate: Bei Embryonen sehr früher Stadien fällt zunächst auf, dass der M. rectus capitis anticus major sehr stark entwickelt ist. Sein Ursprung stimmt mit dem beim Erwachsenen vollkommen überein. Dort, wo der Muskel zwischen die oben geschilderten beiden Blätter des fibrösen Apparates an der Schädelbasis tritt, fängt bereits seine Insertion an. Wenn man hier das ihn zudeckende, und vom oberflächlichen Blatte des fibrösen Apparates stammende Fascienblatt entfernt, gewahrt man unschwer, wie seine medialsten Fasern an den Rand des oberflächlichen Blattes des fibrösen Apparates herantreten, um hier zu inseriren. Die weiter lateral gelegenen Muskelfasern treten nach vorne. Dadurch spitzt sich der Muskel zu. Ein Theil der Fasern nun tritt an das knöcherne, bezw. knorpelige Basilare occipitale, um hier zu inseriren, ein sehr ansehnlicher Faserantheil schiebt sich aber, ganz spitz auslaufend, noch weiter vor, und schliesslich hört der Muskel auf, fleischig zu sein und geht in fibröse Fasern über, die mit denen des fibrösen Apparates der Schädelbasis weiter ziehen und sich vermengen. Wenn man auf dem sagittalen Schnitt durch den Schädel (Fig. 2) das Insertionsverhältniss des Muskels betrachtet, so sieht man, dass das spitze fleischige Ende des Muskels (*i*) beiläufig in der Gegend der Synchondrosis intersphenoidalis (*sy*) gelegen ist. Bei Embryonen

[1] Holl, a. a. O.

aus späterer Zeit sieht man das fleischige Ende des Muskels hinter der Synch. spheno-occipit. gelegen, aber selbst bei Neugeborenen kann man es noch dem hinteren Keilbeinkörper entsprechend finden. Untersucht man den Muskel am Erwachsenen, so weicht seine Insertion von der, wie sie die Autoren angeben, nicht ab, der Muskel spitzt sich auch nicht mehr so zu wie beim Embryo, seine Insertion ist jetzt breiter geworden und gehört dem Os occipitale an. Viele Fasern aber treten nicht an den Knochen heran, sondern gehen direct in den fibrösen Apparat an der Schädelbasis über.

Auch der M. rectus capitis anticus minor inserirt beim Embryo und Neugeborenen weiter vorne als beim Erwachsenen, doch ist hier der Unterschied nicht so auffallend wie beim M. rectus capitis anticus major. Auch hier lässt sich das Insertionsverhältniss am besten an sagittalen Medianschnitten studiren. Ich habe den Muskel bei Embryonen und Neugeborenen überhaupt nie in seiner ganzen Ausdehnung an das Os basil. occipit. herantreten sehen, sondern gefunden, dass an diesem nur seine medialsten Fasern inseriren, während die laterale Portion nach vorne tretend, schliesslich in das tiefe Blatt des fibrösen Apparates sich verliert. An sagittalen Schnitten sieht man, dass das fleischige Ende des Muskels beiläufig der Synchondrosis spheno-occipitalis, oft aber dem hinteren Ende des Keilbeinkörpers entspricht. Daraus geht hervor, dass auch die Insertion dieses Muskels beim Embroy und Neugeborenen weiter vorne zu suchen ist als beim Erwachsenen, wo die Autoren eine Insertion lateral vom Tuberc. pharyng. und in gleicher Höhe mit ihm angeben. In sehr vielen Fällen trennt sich die mediale Partie des Muskels alsbald nach dem Ursprunge des Muskels als eigener Bauch von dem lateralen Theile los, wie dies auch Fig. 1 *r. mi.* (rechte Seite) zeigt. Es möge hier die Erwähnung einer zwei Mal gefundenen Anomalie Platz finden. In zwei Fällen, einmal bei einem Erwachsenen und einmal bei einem neugeborenen Kinde, konnte keine Spur eines M. rect. cap. ant. minor gefunden werden. Es zeigten sich auch keine fibrösen Stränge, die dem Muskel entsprochen hätten. Dafür war, namentlich an dem Schädel des Kindes, der M. rect. capitis ant. major stark entwickelt, und besonders seine Schädelportion im Vergleiche mit analogen Präparaten bedeutend verbreitert. In der Höhe des Gelenkes zwischen Epistropheus und Atlas löste sich vom linken M. rect. capitis ant. major ein Muskelbauch los, mit dem übrigen Muskel bloss durch sehr zartes Bindegewebe verbunden, um an jener Stelle, wo das oberflächliche Blatt des fibrösen Apparates der Schädelbasis die zur Aufnahme der Bursa pharyngea bestimmte Bucht bildet, sich an dieses oberflächliche Blatt theils auf der linken Seite theils in der Mittellinie anzuheften. Diese letztgenannten Fasern standen mit Fasern vom rechten

M. rect. capitis ant. major durch fibröse Stränge des Apparatus fibrosus in Verbindung.

Die vergleichend anatomische Untersuchung der beiden in Rede stehenden Muskeln wurde theils an Embryonen, theils an jungen und an ausgewachsenen Thieren vorgenommen. Und zwar wurden Präparate gewonnen vom Igel, Meerschweinchen, Kaninchen, Hund, Fuchs, Kalb, Schwein, Bären, Affen, von der Katze und dem Fischotter. Es ist zunächst hervorzuheben, dass die Muskelinsertionen bei Embryonen kaum andere sind als beim erwachsenen Thiere. Es scheinen also hier Abänderungen in der Insertionsweise nicht vorzukommen. Beim Affen findet sich die Insertion des M. rect. capitis ant. major an der basalen Keilbeinfläche in ihrem hinteren, dem Hinterhauptsbeine benachbarten Antheil. Die Insertion des Rectus minor nimmt beiläufig die Gegend lateral und vor dem Tub. pharyng. ein, sich bis gegen die Synchondr. spheno-occipitalis hinziehend. In ganz gleicher Weise zeigt sich die Insertion des M. rect. capitis ant. major beim Kaninchen, Meerschweinchen und bei dem Fischotter an dem hinteren Abschnitte der basalen Keilbeinfläche. Der M. rect. capitis ant. minor des Kaninchens inserirt gemeinsam mit dem Musculus baseohumeralis in Form eines mit dem Scheitel nach vorne sehenden Dreieckes, dessen Scheitel noch dem Keilbein, der übrige Theil aber dem unmittelbar hinter der Synchondr. spheno-occipitalis gelegenen Abschnitte des Hinterhauptsbeines angehört. Die Insertion des M. rect. capitis ant. minor findet beim Meerschweinchen an der Synchondr. spheno-occip. statt, bei dem Fischotter lateral vom Tubercul. pharyngeum, also bedeutend weiter hinten, als sich die Insertion des M. rect. capitis ant. major bei dem genannten Thiere findet. Bär, Hund, Katze und Schwein zeigen die Insertion des M. rect. capitis ant. major an der Stelle der Synchondr. sphenooccip., die Insertion des M. rect. capitis ant. minor vor und lateral vom Tubercul. pharyngeum. Der M. rect. capitis ant. major des Kalbes inserirt zum Theile fleischig an der Stelle der Synchondr. spheno-occipit., theils mit einer langen Sehne, die, in dem fibrösen Apparat verlaufend, sich bis an den Vomer deutlich verfolgen lässt. Der M. rect. capitis ant. minor inserirt an und hinter der Synchondr. spheno-occip. und ist daselbst ziemlich fest mit dem M. rect. capitis ant. major verbunden. Beim Igel findet der M. rect. capitis ant. major seine Insertionsstelle an einer unmittelbar hinter der Synchondr. spheno-occipit. am Hinterhauptsbeine vorfindlichen Leiste, der M. rect. capitis ant. minor setzt sich dorsal dem major und unmittelbar hinter ihm an.

Im Allgemeinen kann man also sagen, dass die Insertionen der beiden Muskeln beim Thiere sich ungefähr in gleicher Weise verhalten wie beim menschlichen Embryo und beim Neugeborenen. Während sie beim Thiere aber auch während der weiteren Entwickelung ihre Insertionsstellen nicht

zu ändern scheinen, wandern dieselben beim Menschen nach rückwärts, bezw. wandeln sich die vordersten, im Embryonalleben noch fleischigen Antheile in Bindegewebe um. Und ich komme zu demselben Schlusse wie Holl[1], dass nämlich: „Das eigenthümliche Verhalten des M. rect. capitis ant. major bei Embryonen uns einerseits primitive Zustände zeigt, andererseits, dass also der ganze chordale Theil des Schädels an der Basis mit Muskeln versehen ist, während man bis jetzt einen Theil des chordalen Schädels (das hintere Keilbein) als muskelfrei hinstellte, da ja die Proximalgrenze der Wirbelsäulenmuskulatur bis zur Pars basilaris occipitis angegeben wurde."

[1] Holl, a. a. O.

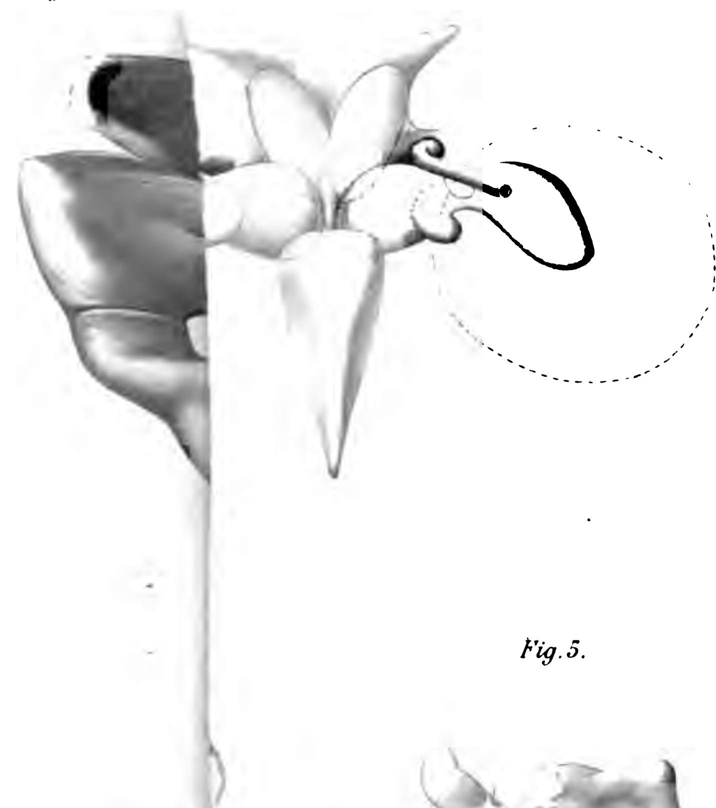


Fig. 5.

A. Kirchner gez.

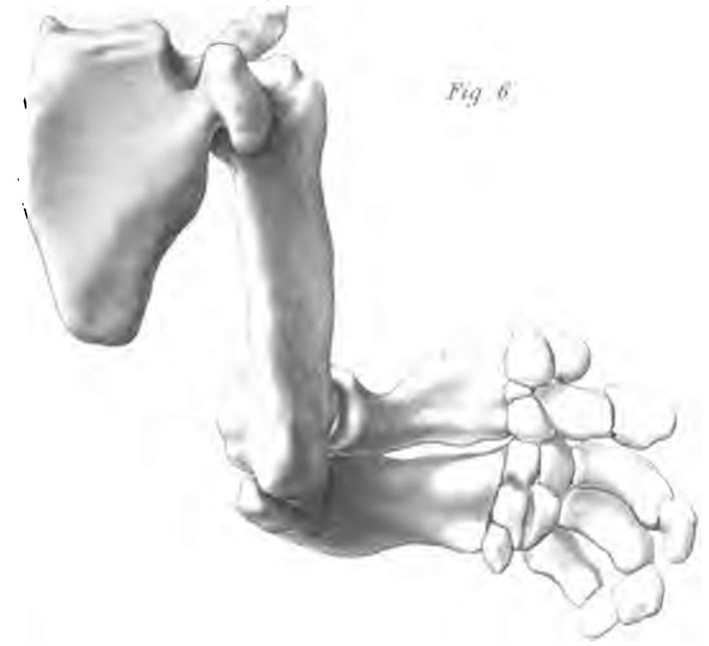


Fig. 6.

Fig. 7.

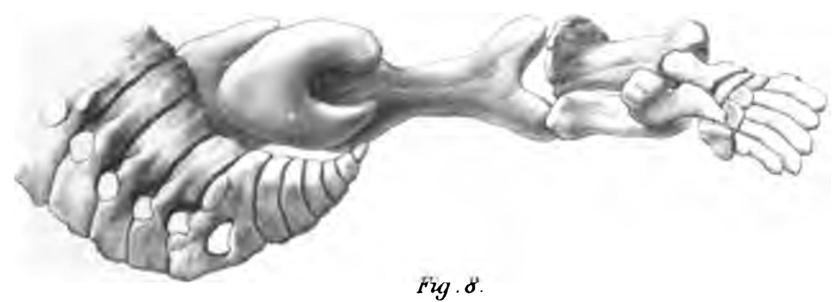
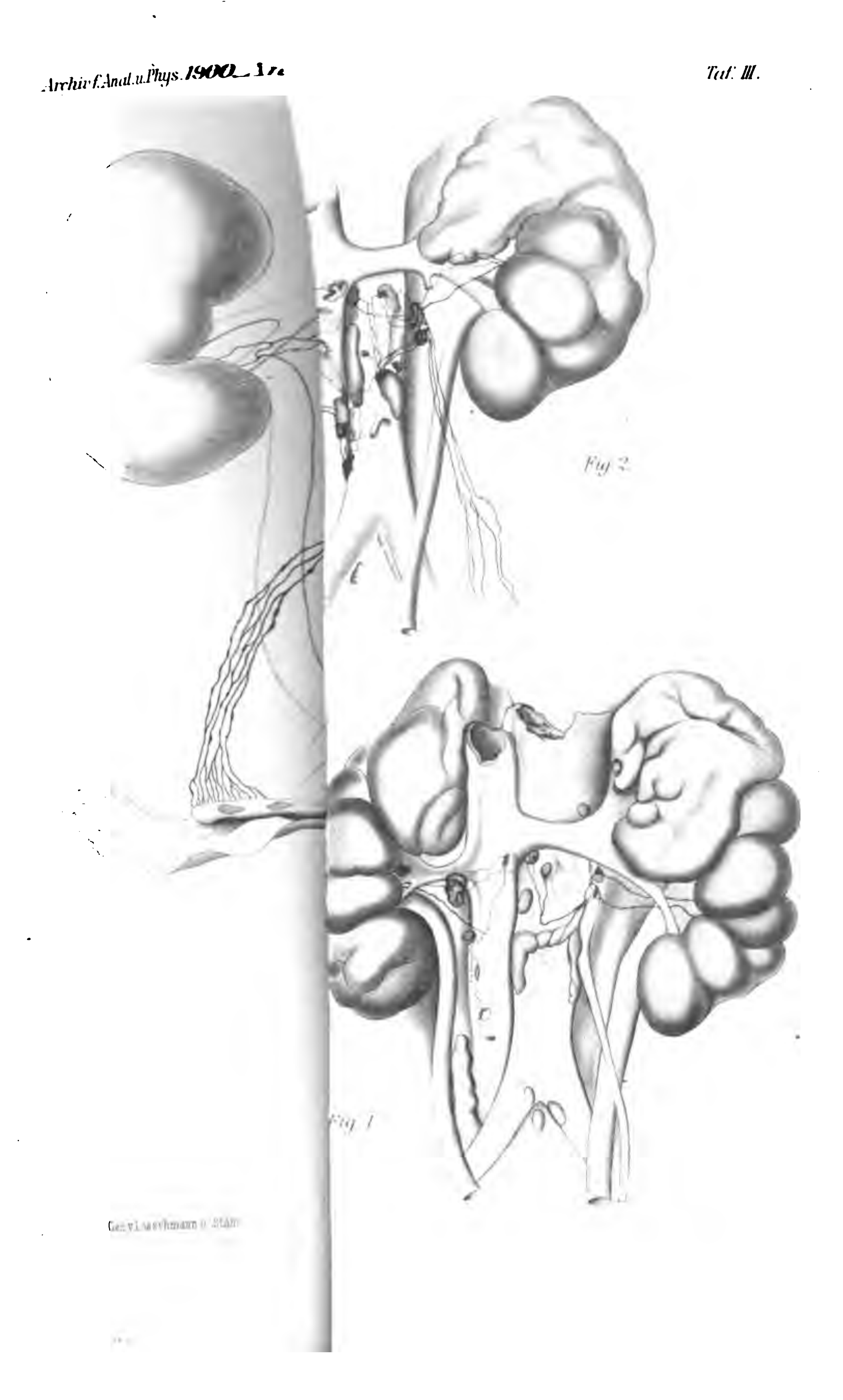


Fig. 8.

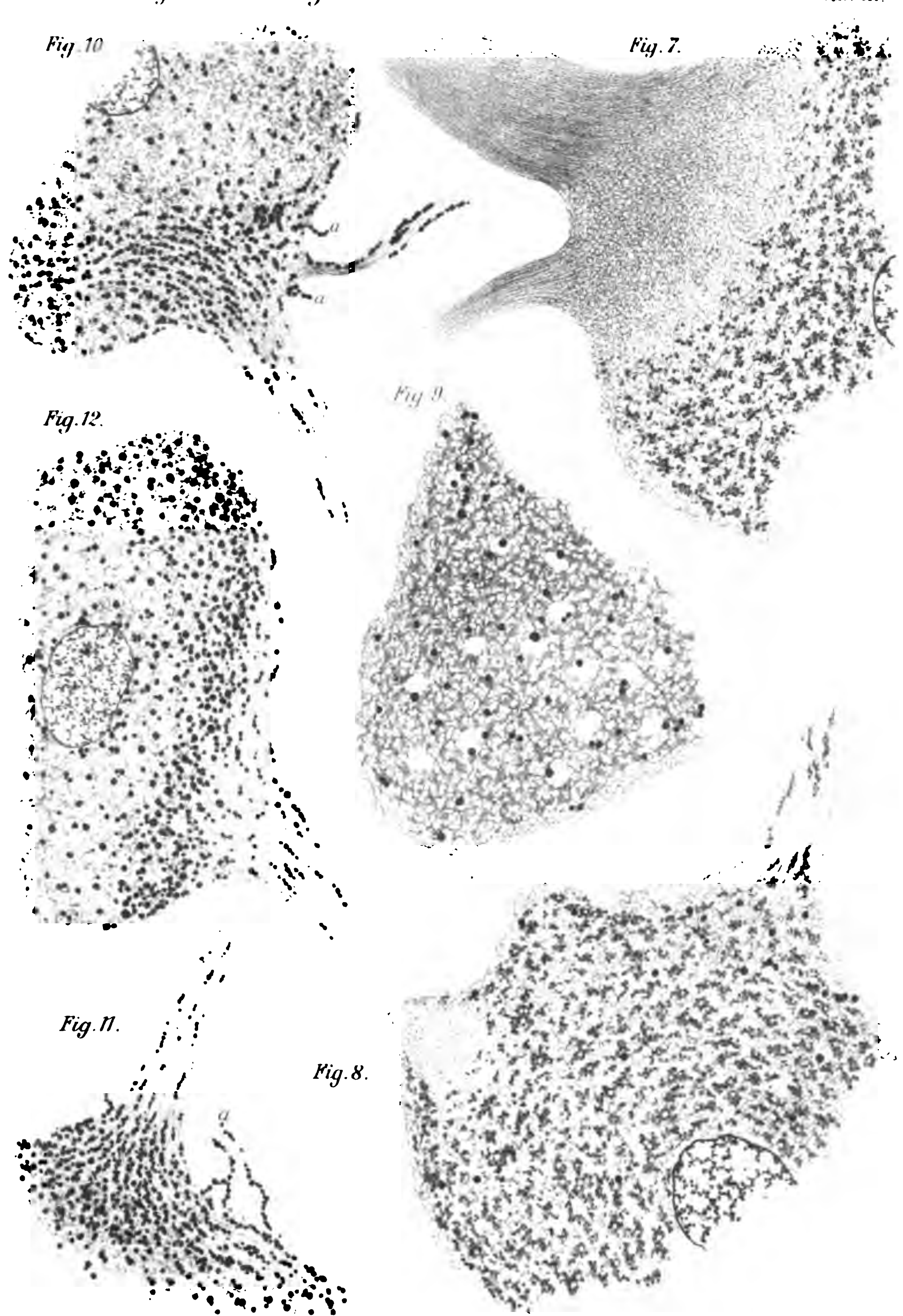


Veit & Comp.

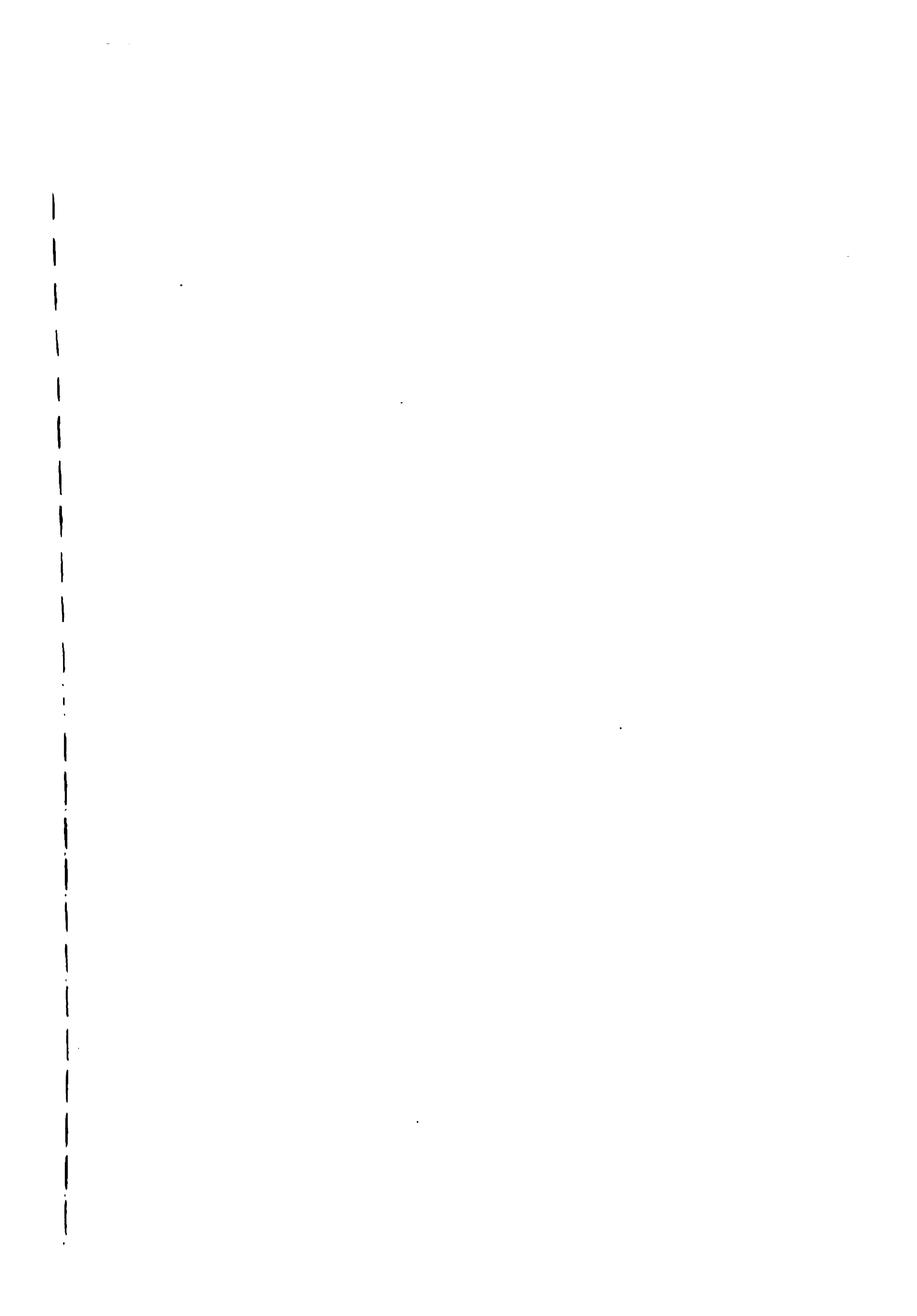
3



Gez. v. Lasschmann u. Stahl



Verlag Veit & Comp. Leipzig.



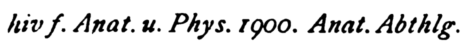




Fig. 1.



Fig. 3.

ır. Etzold, phot.

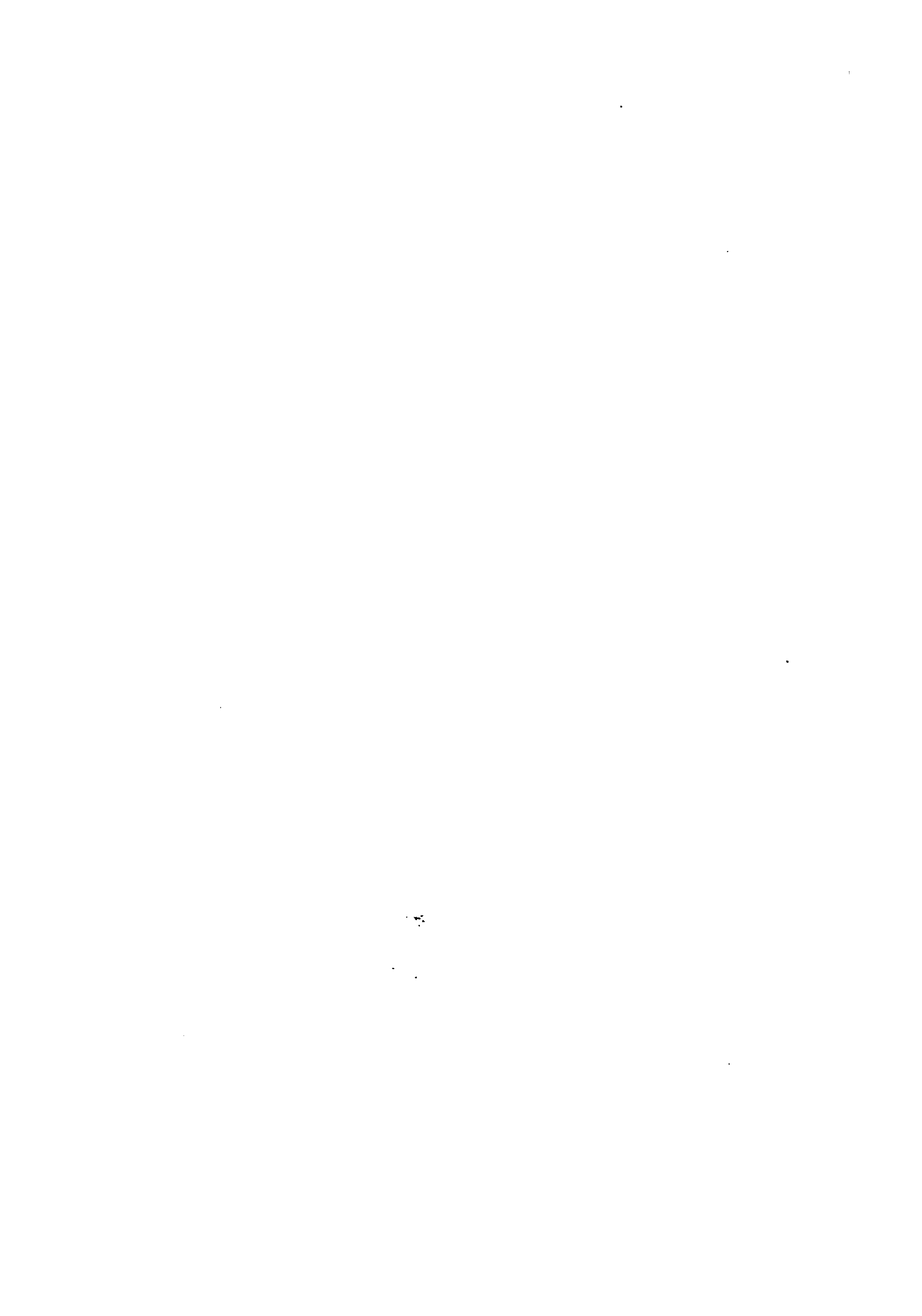
Verlag Vei



Fig. 2.

: Comp. in Leipzig.

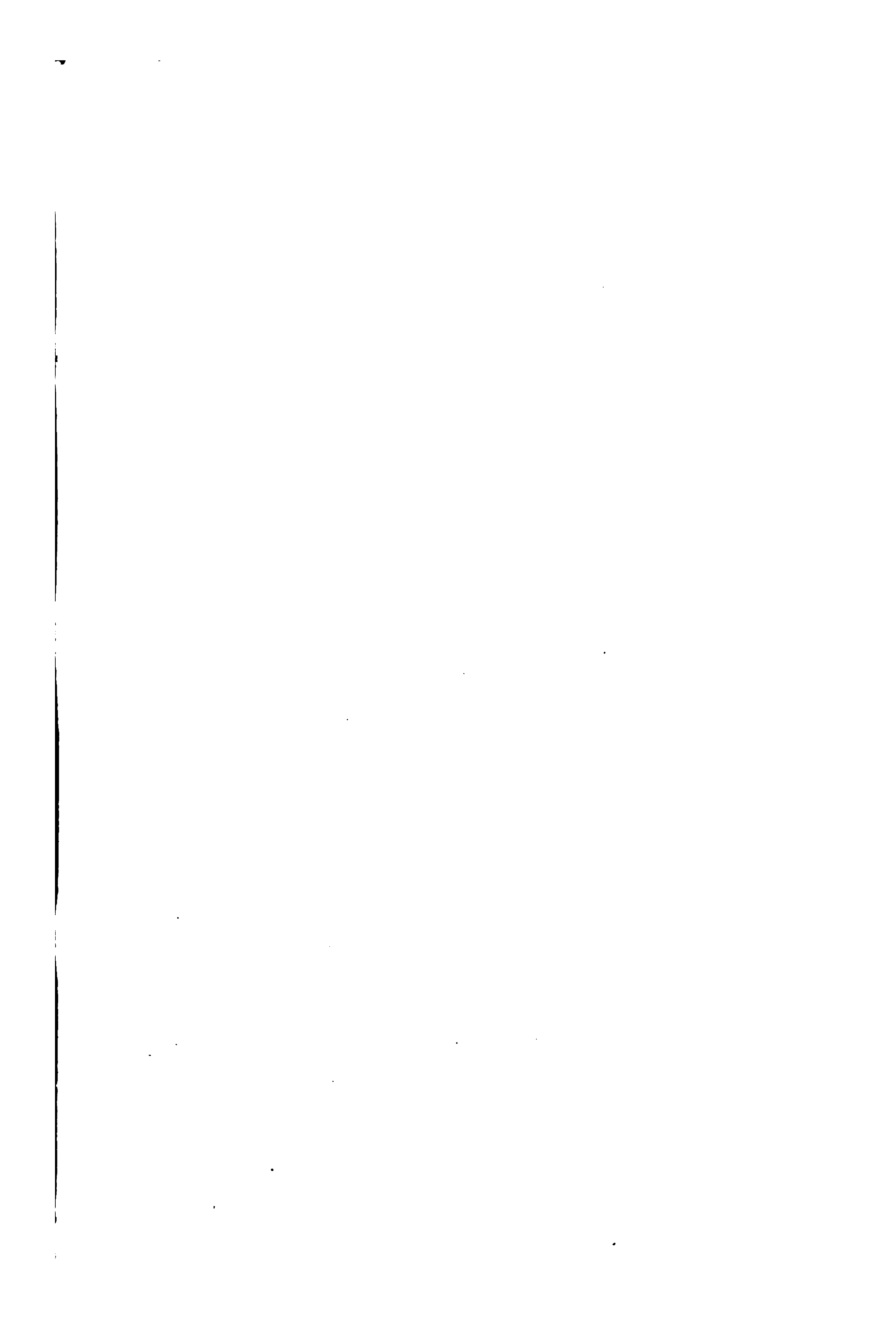
Lichtdruck von Sinsel & Co., Leipz





Verlag Veit & Comp. in Leipzig.





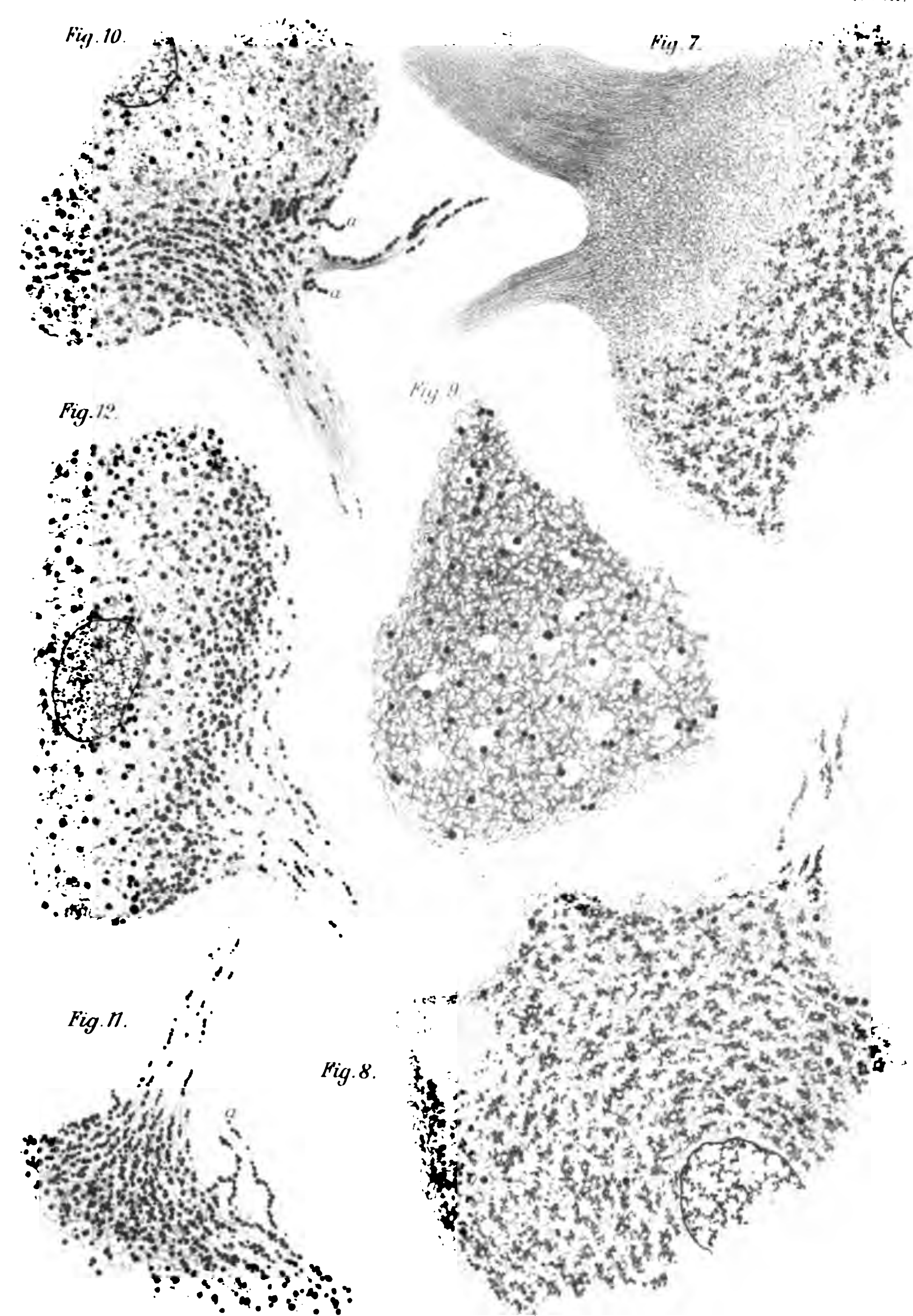

Fig. 10.
a
a
Fig. 7.
Fig. 12.
Fig. 9.
Fig. 11.
a
Fig. 8.



Fig. 1.



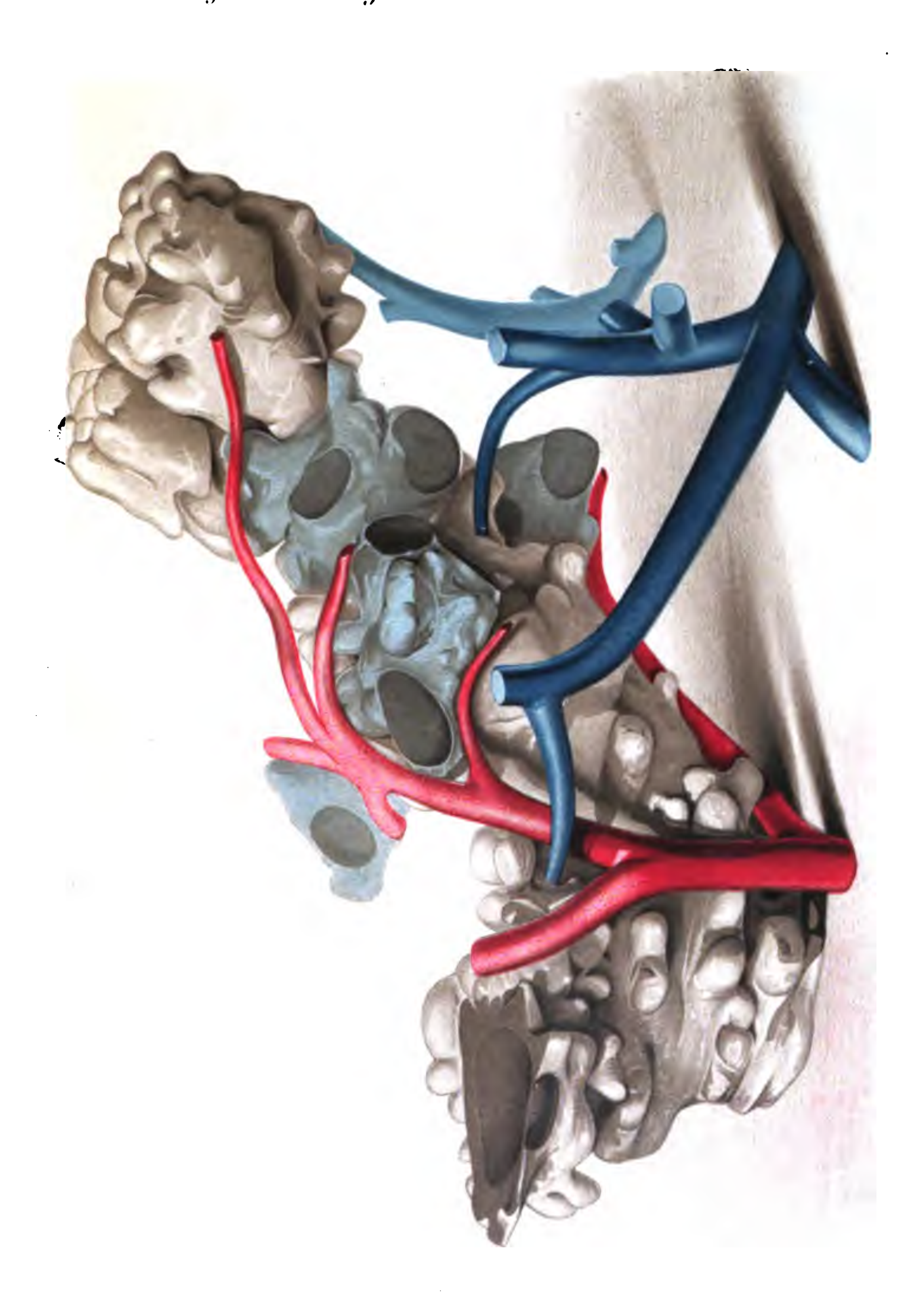
Fig. 3.



Fig. 2.

: & Comp. in Leipzig.

Lichtdruck von Sinsel & Co., Leipzig.



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

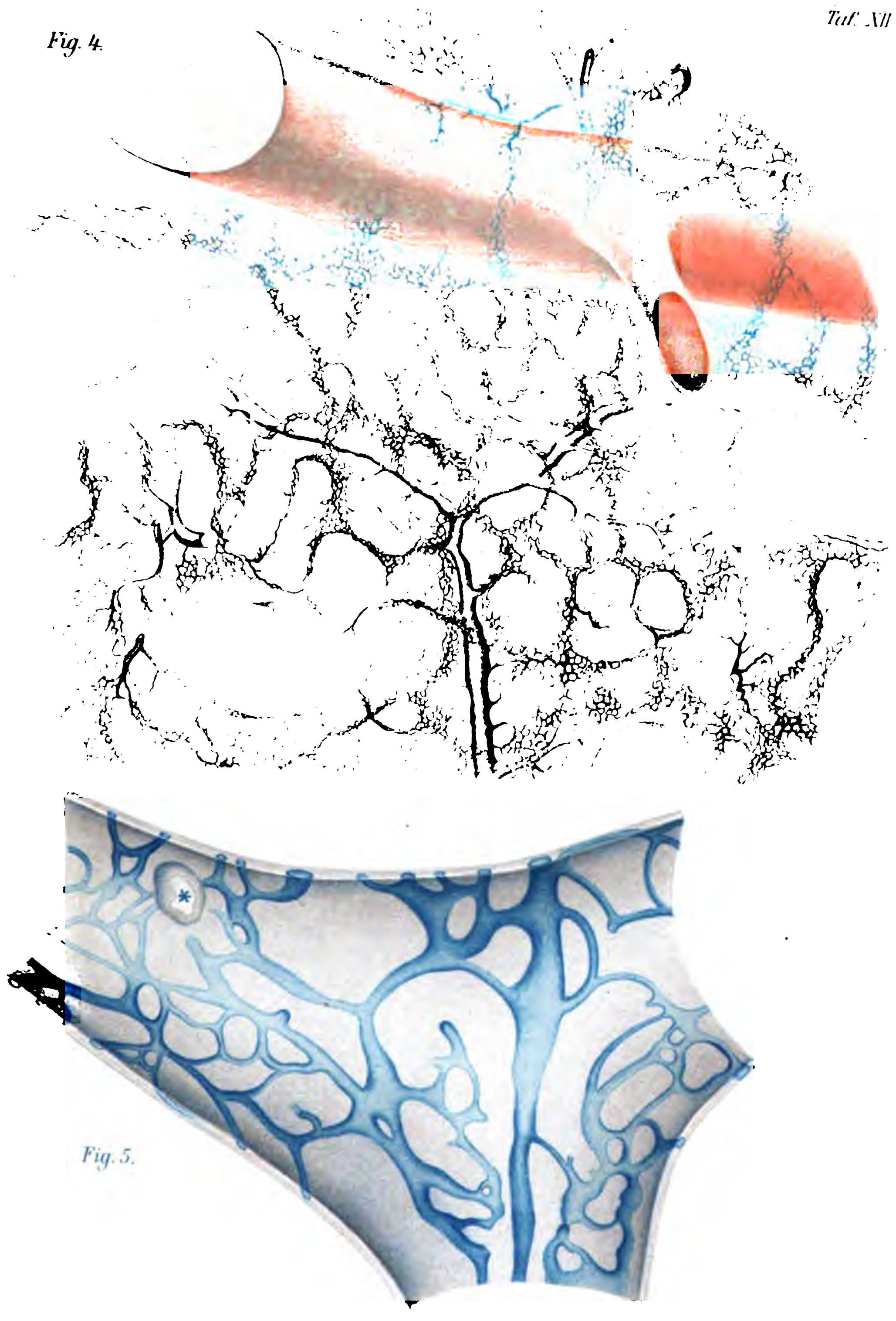
Fig. 2.

Pleura

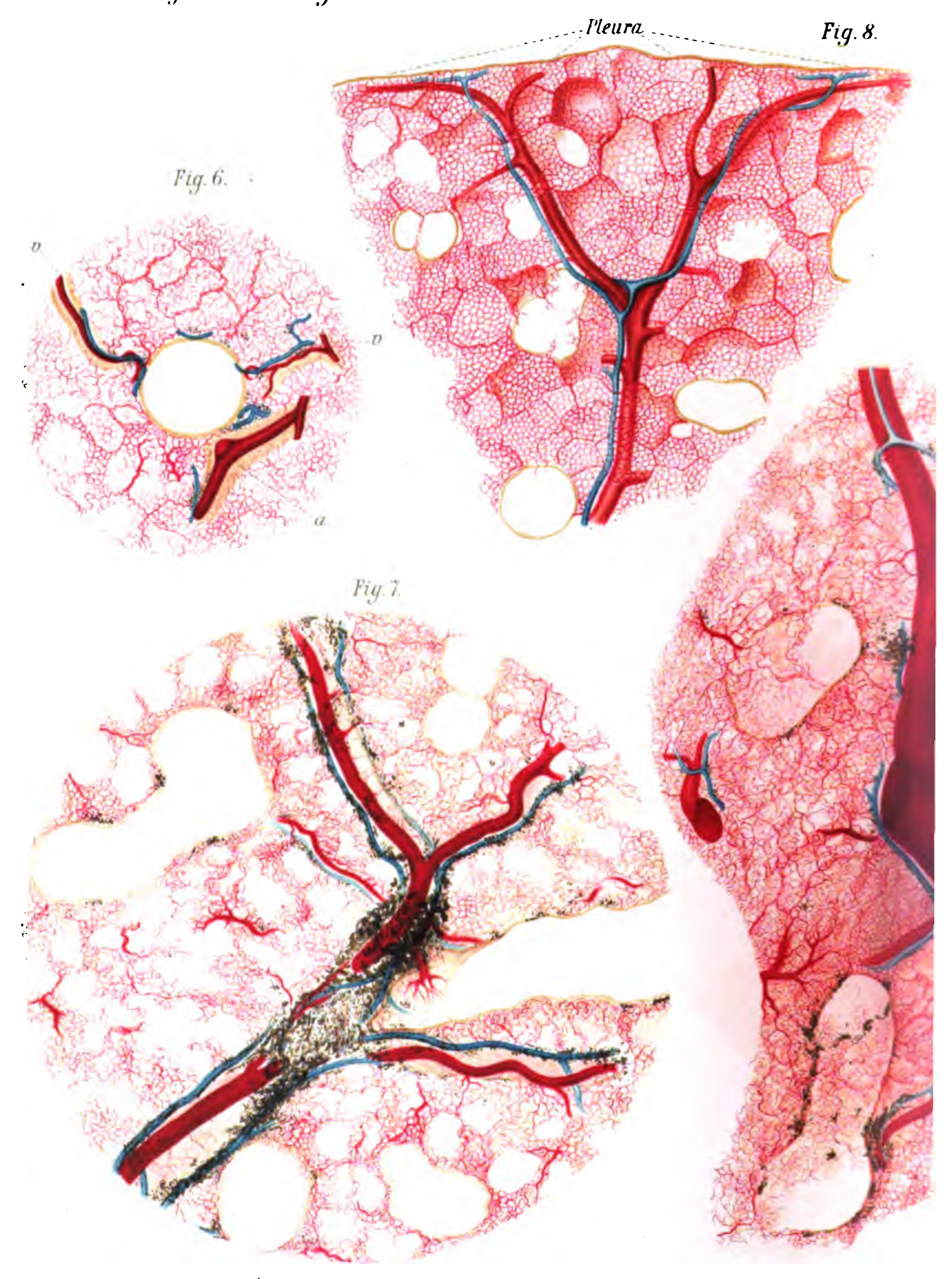
Fig. 3.

*

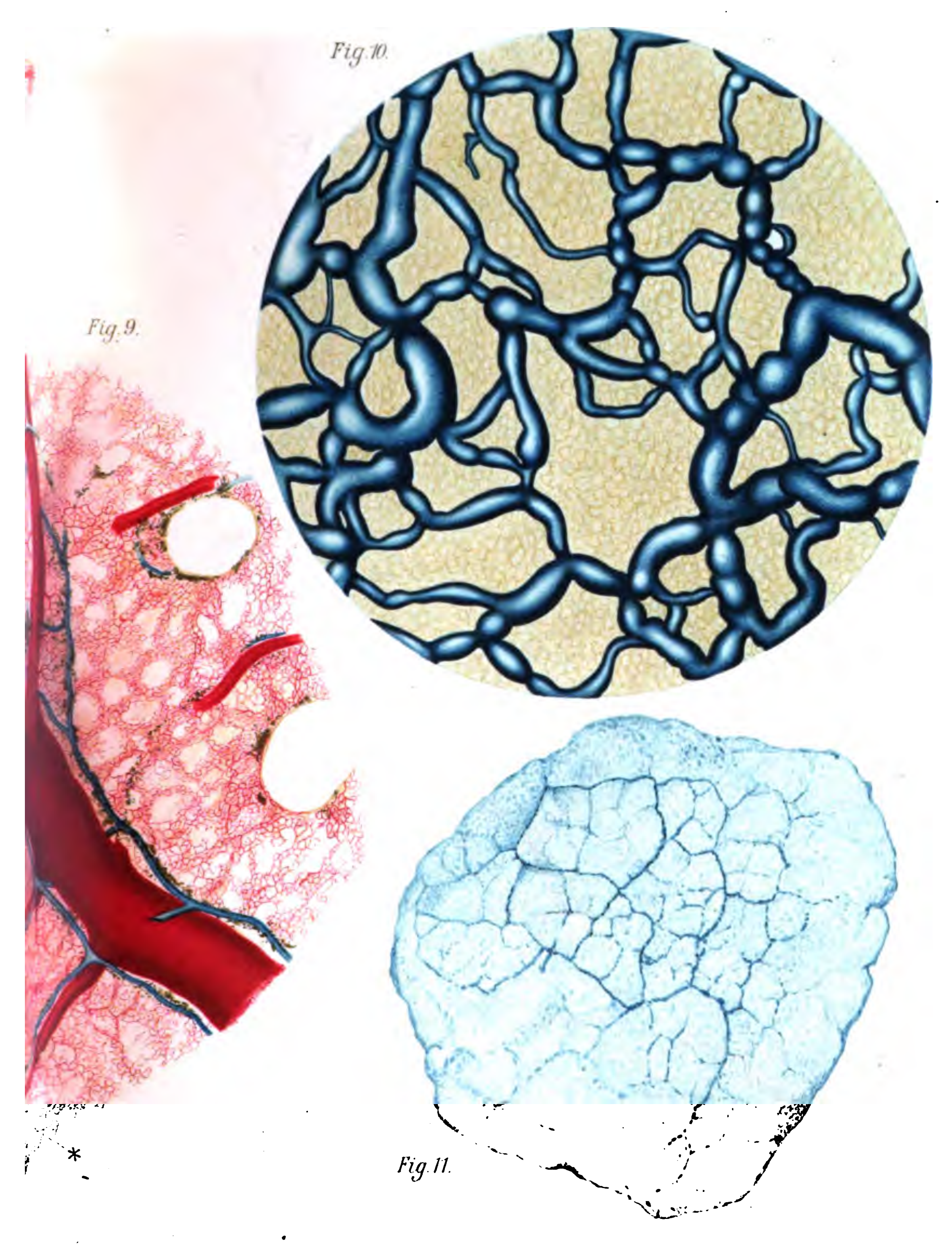
Veit &



Comp.



Verlag Veit

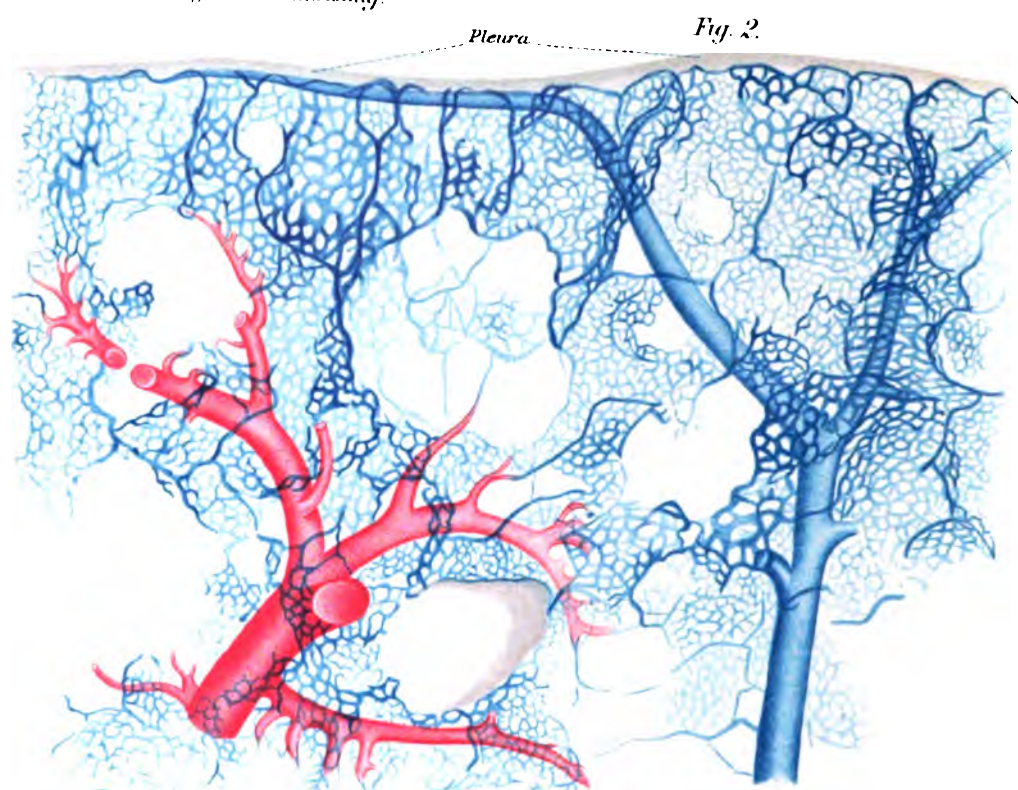


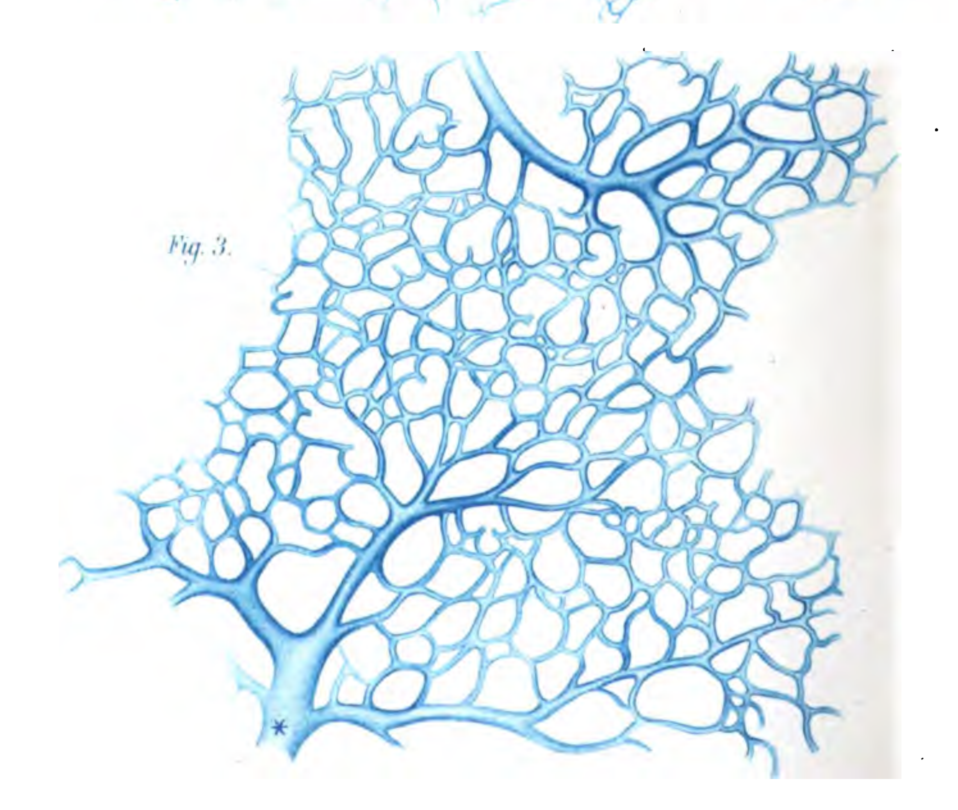
Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.

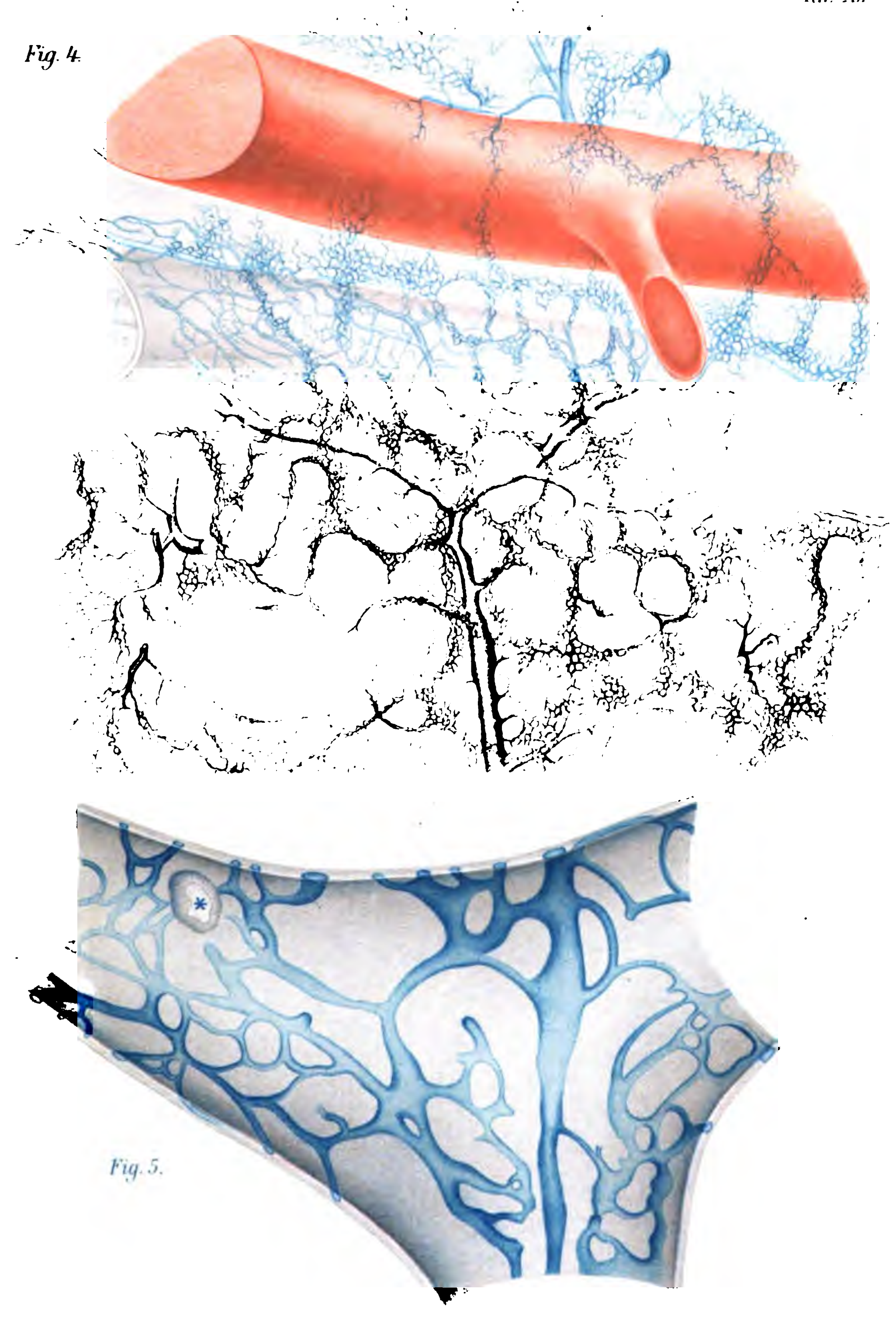


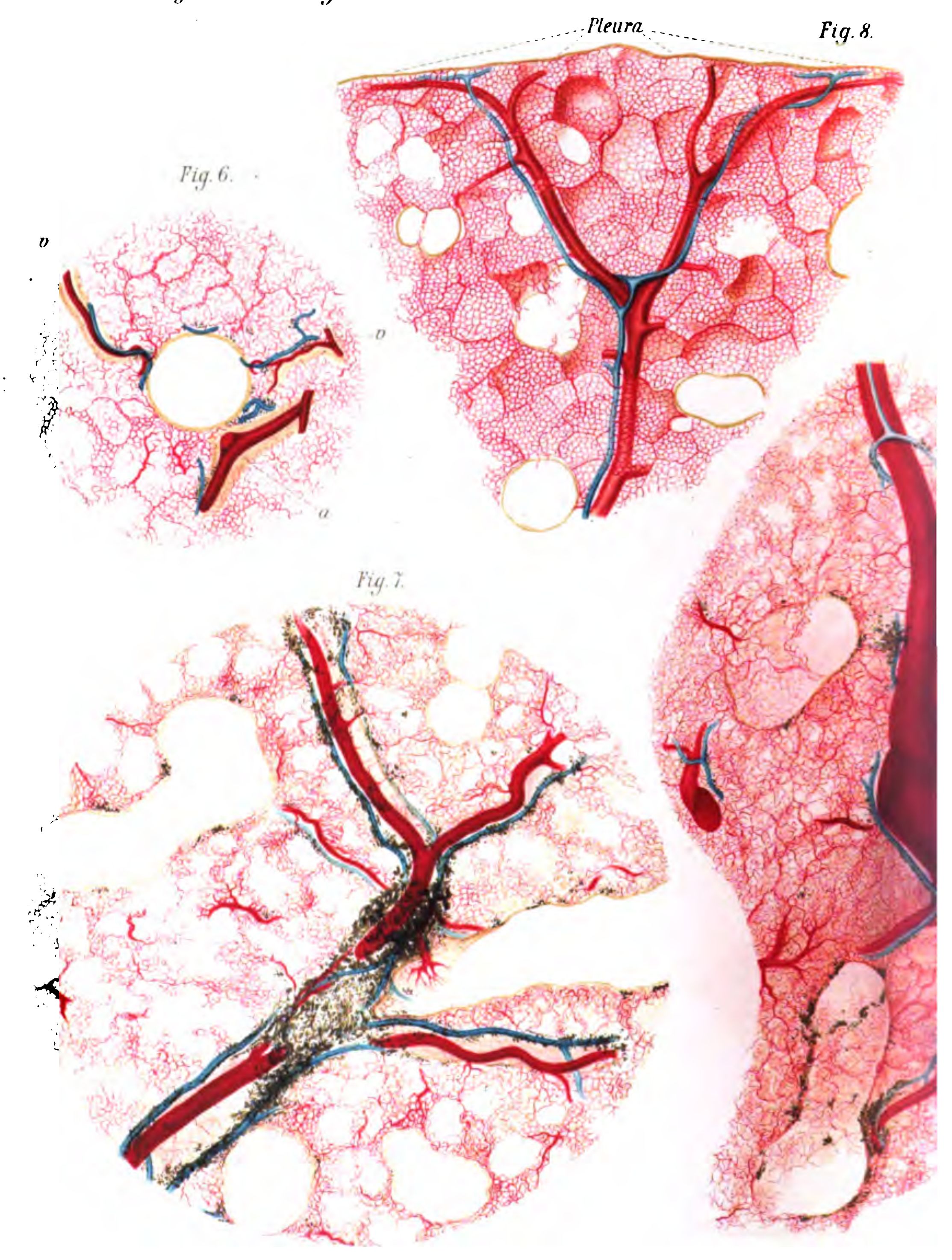
Verlag Veit & Comp. Leipzig.



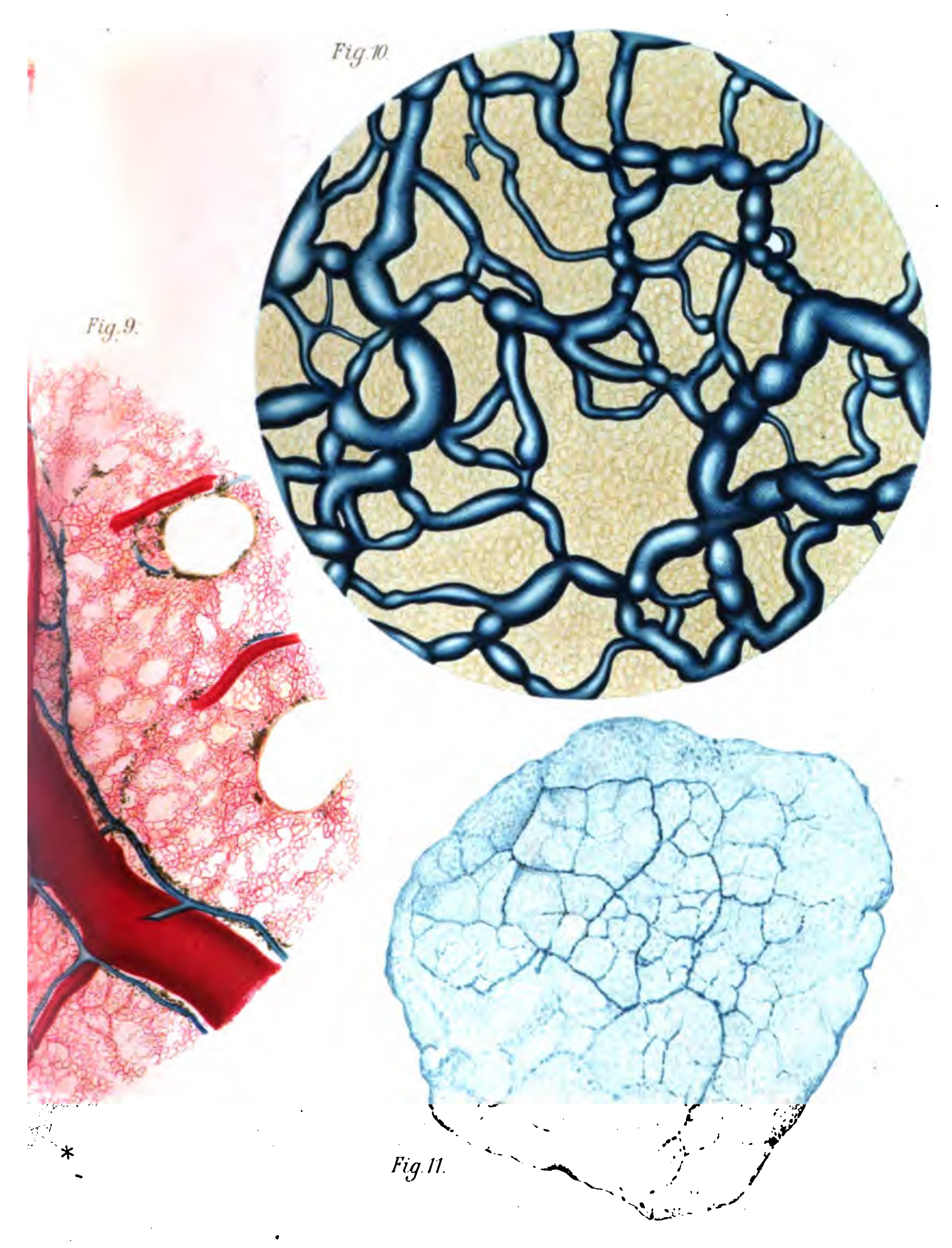


Veit &


Fig. 4.
Fig. 5.

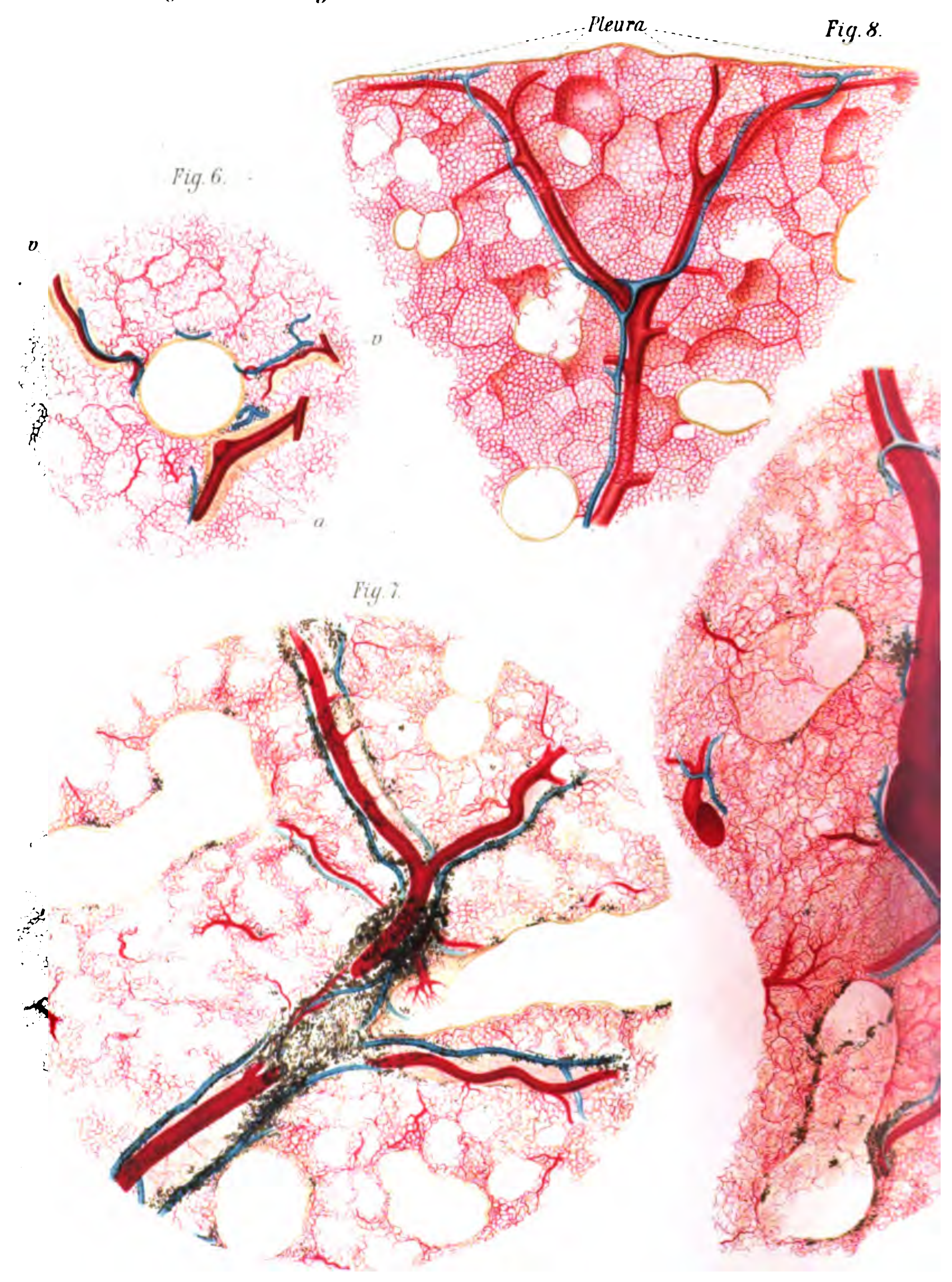


Verlag Veit &

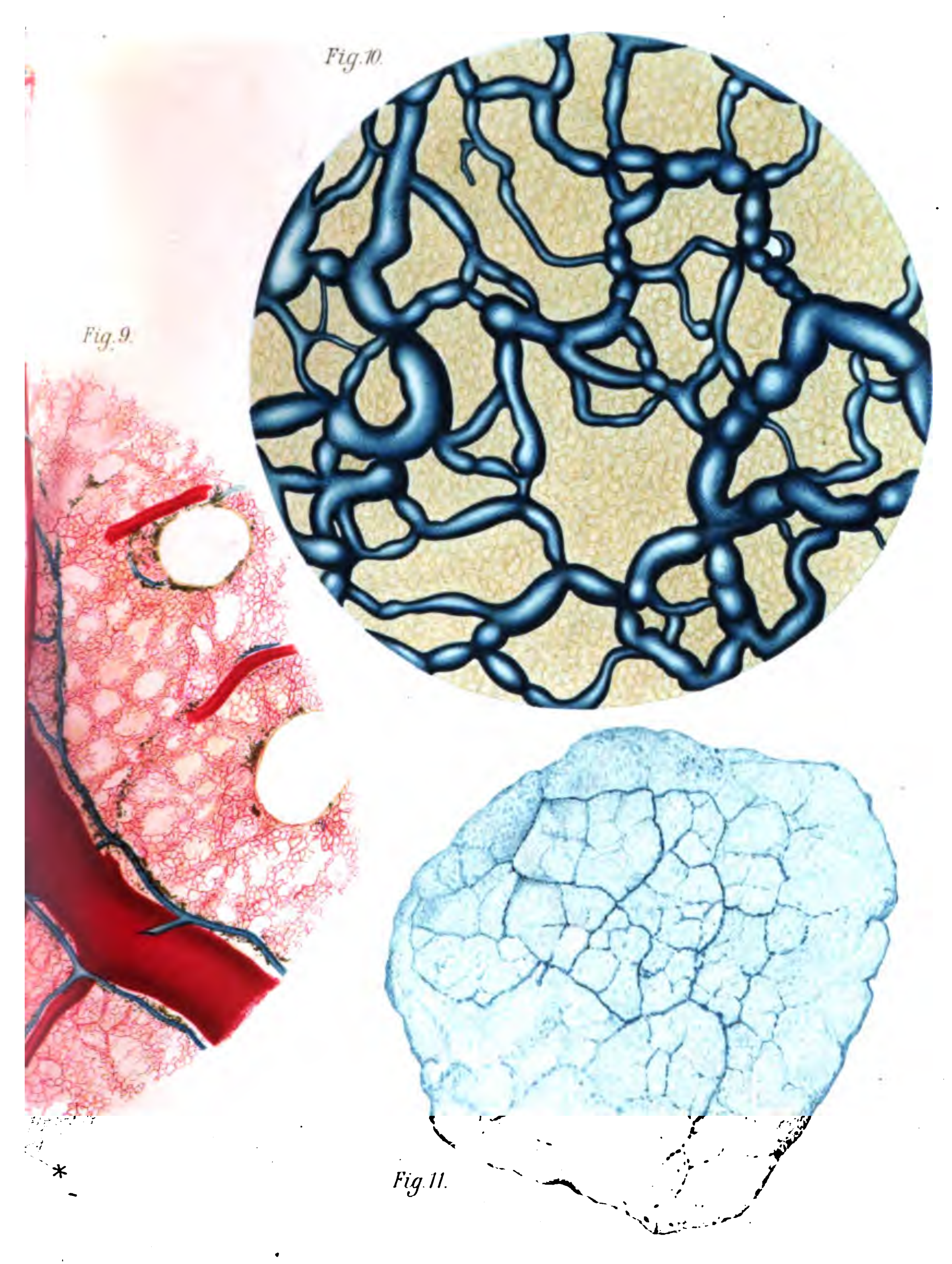


Comp. Leipzig.

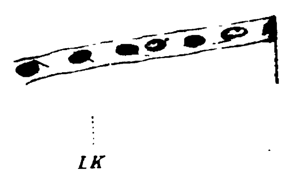
Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.

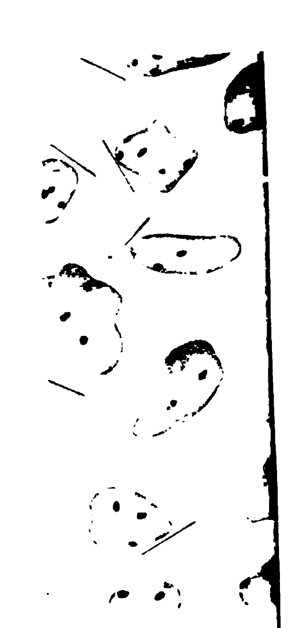


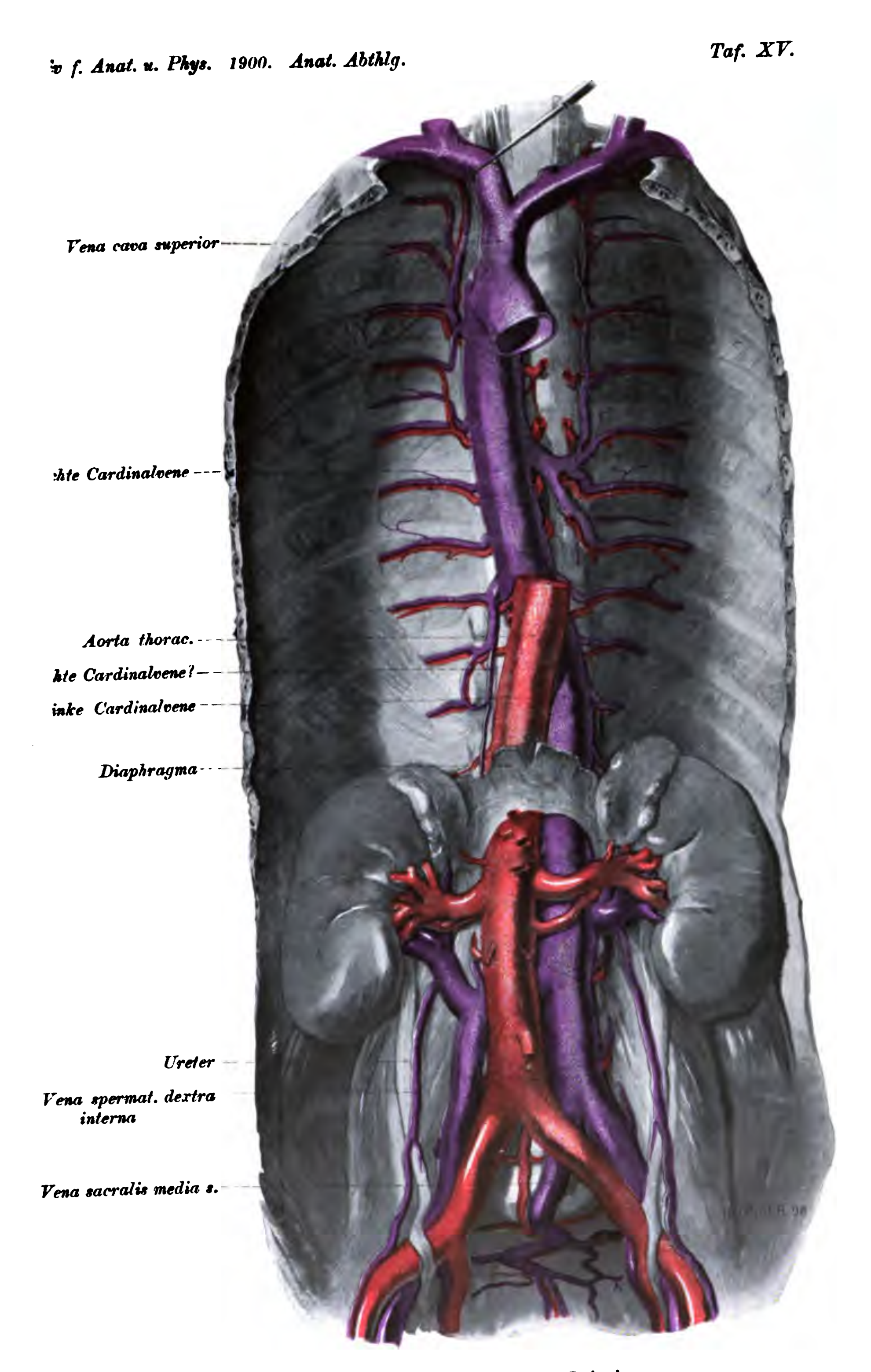
Verlag Veit &


Fig. 10.
Fig. 9.
Fig. 11.

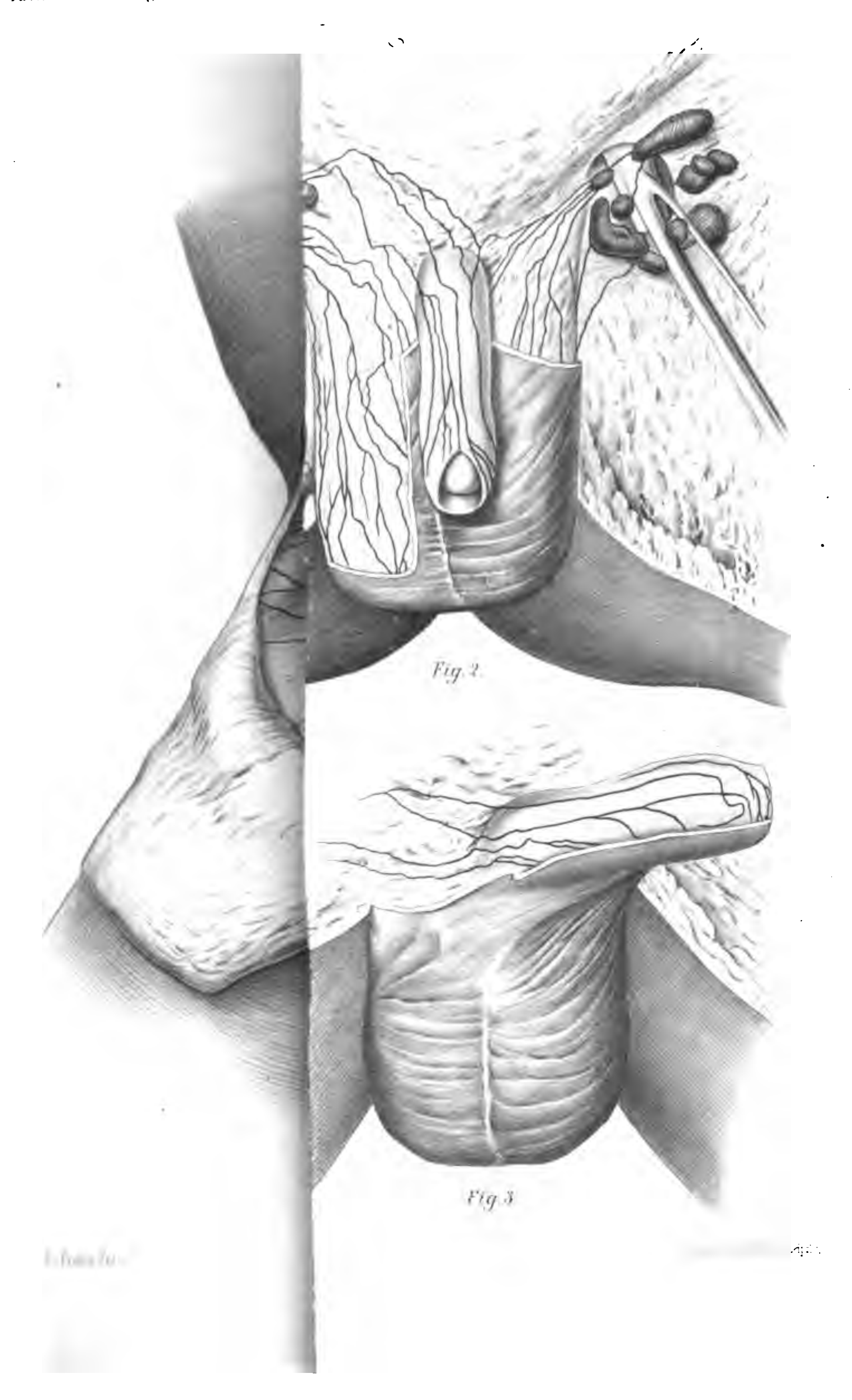



LK





Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.


Fig. 2.
Fig. 3

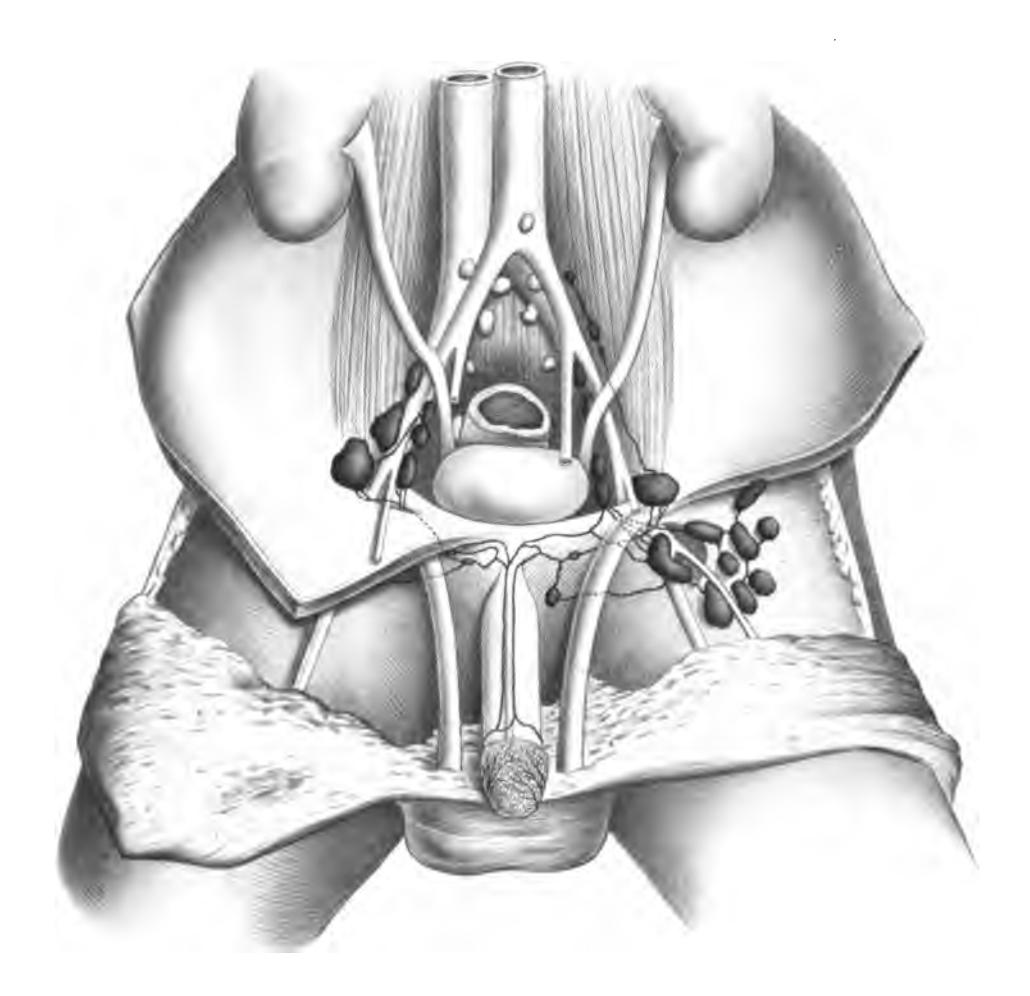


Fig. 4.

Fr Frohse fec. Veit & Comp.









